

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON
FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELECTRICA
DIVISION DE ESTUDIOS DE POSTGRADO



DISEÑO DE UNA RED DE TELEFONIA CELULAR TDMA
EMPLEANDO EL SISTEMA GMS800 ERICSSON

POR

AGUSTIN REYNA MATA.

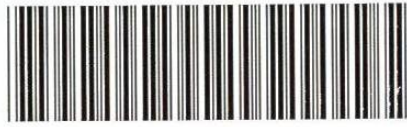
TESIS

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS
DE LA INGENIERIA CON ESPECIALIDAD EN
TELECOMUNICACIONES

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, N. L. FEBRERO, 2004

TM
Z5853
.M2
FIME
2004
.R4

2004
DISEÑO DE UNA RED DE TELÉFONIA CELULAR TDMA
A-R-M,
EMPLEANDO EL SISTEMA CMSS800 ERICSSON

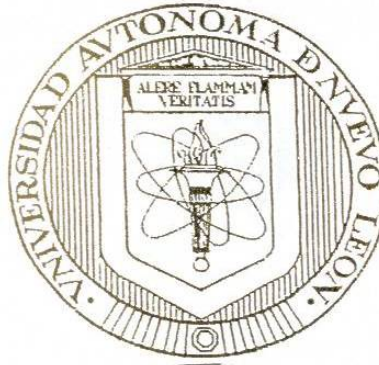


1020149792

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELÉCTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



DISEÑO DE UNA RED DE TELEFONIA CELULAR TDMA
EMPLEANDO EL SISTEMA CMS8800 ERICSSON

POR

AGUSTIN REYNA MATA

TESIS

EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA CON
ESPECIALIDAD EN TELECOMUNICACIONES

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, NUEVO LEON, MEXICO; FEBRERO DEL 2004



990093

TM
Z5853
.M2
FIME
2004
.R4

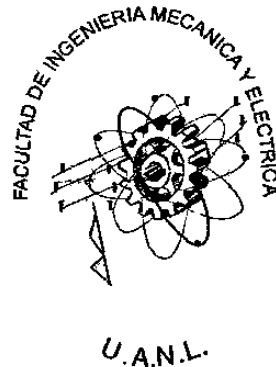


FONDO
TESIS

UNIVERSIDAD AUTONOMA DE NUEVO LEON

FACULTAD DE INGENIERIA MECANICA Y ELÉCTRICA

DIVISION DE ESTUDIOS DE POST-GRADO



DISEÑO DE UNA RED DE TELEFONIA CELULAR TDMA
EMPLEANDO EL SISTEMA CMS8800 ERICSSON

POR

AGUSTIN REYNA MATA

TESIS
EN OPCION AL GRADO DE MAESTRO EN CIENCIAS DE LA INGENIERIA CON
ESPECIALIDAD EN TELECOMUNICACIONES

SAN NICOLAS DE LOS GARZA, NUEVO LEON, MEXICO; FEBRERO DEL 2004

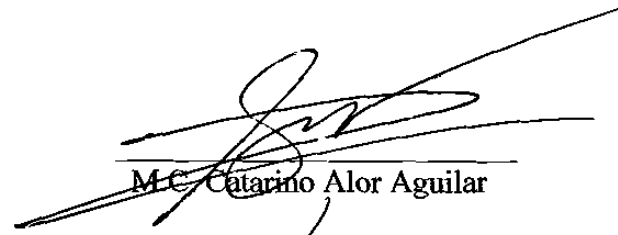
Universidad Autónoma De Nuevo León
Facultad de Ingeniería Mecánica y Eléctrica
División de Estudios de Posgrado

Los miembros del comité de Tesis recomendamos que la tesis “**Diseño de una Red de Telefonía Celular TDMA Empleando El Sistema CMS8800 ERICSSON**”, realizada por el alumno **Agustín Reyna Mata**, con número de matrícula **799001** sea aceptada para su defensa como opción al grado de Maestro en Ciencias de la Ingeniería con especialidad en **Telecomunicaciones**”.

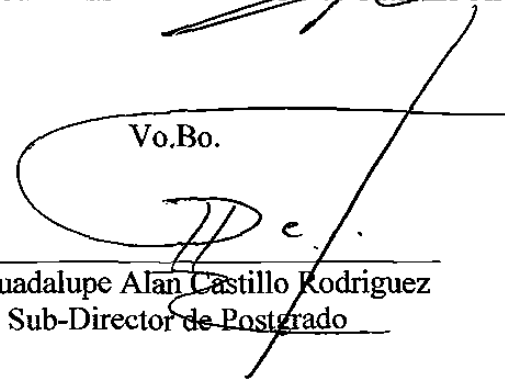
El comité de Tesis:


M.C. Leopoldo Rene Villarreal J.


M.C. Ciro Calderón Cárdenas


M.C. Catarino Alor Aguilar

Vo.Bo.


Dr. Guadalupe Alan Castillo Rodriguez
Sub-Director de Postgrado

San Nicolás de los Garza, N.L., México; Febrero del 2004.

AGRADECIMIENTO

A mis padres y a mis hermanos por su apoyo...

A mis compañeros

A mis maestros

INDICE

Capítulo 1 Síntesis	1
Capítulo 2 Introducción	3
2.1 Objetivo	3
2.2 Justificación del trabajo	3
2.3 Planteamiento del problema	4
2.4 Hipótesis	4
2.5 Límites del estudio	4
2.6 Metodología	5
2.7 Revisión Bibliográfica	5
Capítulo 3 Antecedentes	6
3.1 Breve introducción a la telefonía celular	6
3.2 Concesión para la prestación del servicio de telefonía móvil celular	7
3.3 Solicitud para obtener concesión para la instalación o explotación de redes públicas de telefonía móvil celular	8
Capítulo 4 Banda de frecuencias	11
4.1 Subasta de la banda de frecuencias	11
4.2 Regiones de concesión	12
4.3 Objetivos y requisitos de la concesión	14
4.4 Selección de la tecnología	15

Capítulo 5 Arquitectura	17
5.1 Estrategia a seguir	18
Capítulo 6 Diseño de Radiofrecuencia (RF)	20
6.1 Tecnología	20
6.2 Herramienta de comportamiento de la señal	21
6.2.1 Configuración de la herramienta de predicción	22
6.2.1.1 Seleccionar el tipo de sistema	22
6.2.1.2 Parámetros del sistema	22
6.2.1.3 Morfología	24
6.2.1.4 Configuración de predicciones	26
6.2.1.4.1 Clases de servicio	27
6.2.1.4.1.1 Para zona urbana	27
6.2.1.4.1.2 Para zona rural	29
6.2.1.5 Configuración de los sitios	30
6.2.1.5.1 Urbana	30
6.2.1.5.2 Rural	31
6.2.1.6 Balance de potencias	31
6.2.1.6 Cálculo de balance de trayectorias	33
6.3 Planeación de celdas	33
6.3.1 Cálculo de tráfico	33
6.3.2 Plan de frecuencias	36
6.3.3 Grid	36
6.3.4 Representación de una Celula Omnidireccional	37
6.3.5 Planeación de frecuencias	37
6.3.6 Orientación de sectores	38
6.3.7 Selección de antenas	38
6.3.8 Simulaciones.	41

6.3.8.1 Simulación y análisis de Cobertura individual	41
6.3.8.2 Simulación y análisis de Cobertura compuesta de cada sector y representación de la cobertura objetivo en mapa topográfico	43
6.3.8.3 Simulación y análisis de interferencia canal adyacente	44
6.3.8.4 Simulación y análisis de interferencia co-canal	45
6.3.8.5 Simulación y análisis de cobertura compuesta para el caso de crecimiento en cobertura	46
6.3.8.6 Simulación y análisis de interferencia canal adyacente	47
6.3.8.7 Simulación y análisis de interferencia co-canal	48
6.4 Diseño de datos de celdas	49
6.4.1 Acceso al sistema	49
6.4.2 Parámetros de voceo (paging)	51
6.4.3 Parámetros de regulación del nivel de potencia	51
6.4.4 Parámetros de handoff de llamadas analógicas	52
Capítulo 7 Diseño del MSC	60
7.1 Descripción general	60
7.1.1 Descripción del hardware de la parte fija	61
7.1.1.1 Gabinete I	61
7.1.1.2 Gabinete II	61
7.1.1.3 Gabinete III	61
7.1.1.4 Gabinete IV	61
7.1.1.5 Gabinete V	62
7.1.2 Descripción del hardware de la parte flexible	62
7.1.2.1 Gabinete de tráfico	62
7.1.2.2 Gabinete digital	63
7.2 Cobertura	64
7.2.1 Mapa de cobertura de la central	64
7.3 Ubicación	64
7.4 Interconexión con la RTPC	64

7.4.1 Rutas entrantes y salientes bidireccionales	65
7.4.2 Asignación de BTR's	66
7.5 Direcciones globales	69
7.6 Esquemas de vías de tráfico	70
7.7 Series asignadas	71
7.8 Servicios especiales RTPC	71
7.9 Proceso de marcación y señalización	71
7.10 Interconexión de la central celular con Rb's	72
7.11 Interconexión de la central celular con otras centrales	74
7.12 Sincronía externa	75
7.13 Otros conceptos	76
Capítulo 8 Radiobases (RBS)	77
8.1 Descripción	77
8.2 Arquitectura	77
8.3 Configuración	78
8.4 Descripción de Gabinetes	79
8.4.1 (CRI) Gabinete interface de radio y control	79
8.4.2 (ANPC) Gabinete parte cercana a la antena	80
8.4.3 (ATCC) Gabinete de combinadotes autosintonizables	81
8.4.4 (TCB) Gabinete de radios	81
8.4.5 (POWD) Gabinete de distribución de potencia	82
8.5 Datos técnicos	83
8.6 Sistema de antenas	85
8.7 Estructuras de soporte de antenas	87
8.8 Sistema de tierras y protección contra descargas	91
8.9 Sistema de alimentación	93
8.10 Interface de transmisión	95

Capítulo 9 Estación móvil	96
9.1 Parte terminal	96
9.2 Parte de control	96
9.3 Parte de radio	97
9.4 Otros	97
Capítulo 10 Implementación de proyectos	98
10.1 Estrategia y pronóstico de mercados	98
10.2 Análisis de problemas	99
10.3 Cálculo de tráfico	99
10.3.1 Análisis y desarrollo del plan a largo plazo	99
10.4 Elaboración del plan de radiofrecuencia	100
10.5 Verificación de los planos de radiofrecuencia	101
10.6 Ajuste del proyecto de radiofrecuencia	101
10.7 Búsqueda y adquisición de sitios	101
10.8 Visita de sitio nuevo	101
10.9 Implementación del proyecto de transmisión	102
10.10 Adquisición del sitio	103
10.11 Implementación del proyecto de obra civil	103
10.12 Instalación e Ingeniería	103
10.13 Instalación de la radio base	104
10.14 Planeación final de radiofrecuencia	105
10.15 Preparación de diseño de celda	105
10.16 Pruebas de radio base	105
10.17 Entrega	105
10.18 Aceptación de la instalación de radio base	105
10.19 Integración del sitio a la red	106

Capítulo 11 Conclusiones y recomendaciones 107

11.1 Conclusiones 107

11.2 Recomendaciones 108

Bibliografía

Listado de tablas

Listado de figuras

Resumen autobiográfico

CAPITULO 1

SINTESIS

Esta tesis tiene a su cargo el describir un método a seguir para el desarrollo de una solución ahora personal de comunicación existente actualmente a lo largo de todo el mundo, empleando la comunicación inalámbrica debido a que es fácil de implementar, los tiempos de la instalación son considerablemente cortos, y se requiere una inversión pequeña comparada con la necesaria para la instalación de redes fijas.

Durante los primeros capítulos se desarrolla una fase de puntos en los cuales se tiene por objetivo el lograr adentrarnos más en el tema pasando a través de su evolución a lo largo del tiempo y de las diferentes cuestiones que se presentaron a lugar para hacer posible los avances en las aplicaciones que se conocen actualmente, esto debido a que se ha ido aprendiendo de trabajos e ideas de sistemas anteriores buscando siempre una forma de mejorar las deficiencias que se presentan en cada momento.

Se describe también la solución viable para el diseño de radiofrecuencia orientado hacia el diseño de las células lo cual nos sirve para determinar el número de sitios necesarios para alcanzar los objetivos que se desean, tomando como herramientas diferentes áreas, tales como la teoría del telegráfico empleada para dimensionar el tráfico esperado o contemplado

actualmente con lo cual se hacen cálculos para obtener la cantidad de infraestructura a futuro mediante predicciones de tráfico.

Describimos también una solución de interconexión entre los sitios especificando las partes necesarias que componen este tipo de sistemas indicando con esquemas, dibujo o fotografías algunas de ellas.

Mas adelante se habla brevemente de cada parte del proceso haciendo hincapié en los puntos más importantes e intentando describir lo más específico posible en lo que a telefonía celular se refiere; algunos de estos son la implementación de la obra civil, la instalación del equipo, así como la integración de los sitios a la red.

CAPITULO 2

INTRODUCCION

2.1 Objetivo de la tesis

El objetivo de esta tesis es establecer un procedimiento así como describir los métodos y consideraciones a tomar para la proyección, diseño y administración de los sistemas de redes de telefonía celular privadas o publicas PCS AMPS/TDMA, y además de servir como base para el estudio de las tecnologías de nuevas generaciones.

2.2 Justificación del trabajo

En esta tesis, se sustenta en la necesidad (a nivel licenciatura y/o profesional) de conocer los pasos básicos para la proyección, diseño y administración de los sistemas de redes de telefonía celular privadas o publicas.

Asimismo, se busca que las personas que deseen conocer o integrarse a esta tecnología tengan una noción práctica de los fundamentos esenciales sobre el tema, para un mejor desempeño de su trabajo.

2.3 Planteamiento del problema.

Actualmente, no contamos con un conocimiento global sobre el desarrollo de los sistemas de redes de telefonía celular.

Por lo tanto, se requiere plantear la búsqueda de una mejor administración del desarrollo de estos sistemas, por medio de un conocimiento global, sobre todo haciéndolos flexibles a los cambios constantes de la tecnología.

La intención final será evitar: fallas en la implementación, mantenimiento, expansión, retraso de proyectos, perdida de materiales, incluso una mala calidad y/o servicio al usuario final.

2.4 Hipótesis

Al obtener el conocimiento y realizar la aplicación adecuada de este, podrá aumentar la eficiencia en la inversión.

Es decir, reducir considerablemente los costos de instalación, mantenimiento y operación de los sistemas de redes de telefonía celular privadas o publicas, así como elevar sus índices de calidad.

2.5 Límites del estudio

En esta tesis se analizará solo la tecnología de telefonía celular PCS AMPS/TDMA mediante el empleo de equipo Ericsson CMS8800 RB's 884, debido a que es la que ha tenido mayor aceptación hasta el momento y tiene grandes oportunidades de crecimiento, y además será mas enfocada a los aspectos de radiofrecuencia.

2.6 Metodología

Para el desarrollo de esta tesis se establecieron los siguientes pasos:

- a) Recopilación de apuntes previos al diseño mediante la experiencia laboral en el empleo de esta tecnología
- b) Consulta a manuales del fabricante
- c) Recopilación de información vía Internet relacionadas con el tema
- d) Recopilación de información en libros de texto
- e) Consulta con profesionales de áreas relacionadas
- f) Consulta con instituciones que poseedoras de esta tecnología
- g) Análisis de la información recopilada
- h) Comparación de opiniones entre autores de libros de texto y profesionales
- i) Recopilación de apuntes posteriores al diseño mediante la experiencia laboral en el empleo de esta tecnología.
- j) Establecer conclusiones comparando resultados de los análisis de la información con la experiencia en el diseño de este tipo de sistemas.

2.7 Revisión bibliográfica

Las figuras implementadas fueron obtenidas de varios de los libros de telefonía celular tales como “Wireless Communications da Rappaport” de donde se obtuvo información sobre el diseño de celdas, así como de páginas de Internet, manuales de usuario, etc.

Los dibujos del proyecto de transmisión fueron obtenidos de manuales del proveedor, y las fotografías obtenidas del sitio.

Del libro “Cellular Radio Handbook” se consideran varios de los pasos para la implementación del sistema y datos acerca de el rehusos de frecuencias.

Para mayores detalles pasar a la sección de bibliografía de esta tesis, en ella se incluyen las referencias utilizadas.

CAPITULO 3

ANTECEDENTES

3.1 Breve introducción a la telefonía celular

La telefonía actual tiene como meta lograr la transmisión de información de un punto a otro, en cualquier lugar que estos se encuentren, de manera inalámbrica.

A través del tiempo, la telefonía a sufrido varias modificaciones en su diseño conforme avanzan las distintas ramas de la ingeniería y /o la ciencia, llegando a tal grado de implementar las ventajas que se ofrecen a través de el sistema descrito en esta tesis.

Con el fin de planificar, atribuir y asignar las bandas de frecuencias del espectro radioeléctrico, de manera tal que todos los países puedan compartir este recurso limitado de forma adecuada, la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) ha dividido al mundo en tres regiones. Con base a esa división, la parte internacional de la figura consta de tres columnas, denominadas: Región 1, Región 2 y Región 3, respectivamente.

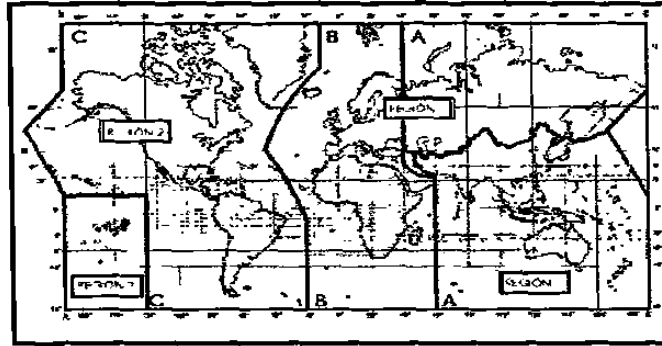


Figura 1. Regiones internacionales (UIT)

3.2 Concesión para la prestación del servicio

En México, la Comisión Federal de Telecomunicaciones (COFETEL) es el organismo que regula el uso del espectro electromagnético.

Por lo tanto, selecciona la banda de frecuencias a licitar de acuerdo estándares internacionales y a la disponibilidad actual del espectro electromagnético.

La elección de la banda de frecuencias, para determinado servicio de comunicaciones, se realiza tomando algunas consideraciones tales como :

- a) Propagación de la señal
- b) Disponibilidad de tecnología actual
- c) Prestadores de servicios interesados
- d) Proveedores de equipo
- e) Rentabilidad de la licitación

Una vez definida la banda de frecuencia y su distribución, la COFETEL, publica a través del diario oficial de la nación, las bases de licitación para la concesión del uso y explotación de determinado servicio de comunicaciones.

3.3 Solicitud para obtener obtener concesión para la instalación o explotación de redes públicas de telefonía celular

La COFETEL convoca a todos los prestadores de servicios de comunicaciones a enviar sus propuestas a través de una solicitud de concesión por lo cual se incluye un índice de los conceptos que debe llevar la solicitud.

Sección I.- Documento base de la solicitud

- Datos generales del solicitante
 - Solicitante persona moral
 - Razón social y domicilio de las personas morales
 - Personas físicas o morales que son titulares del 5% o más del capital social de “La empresa”
- Descripción de los servicios
- Plan de negocios
 - Especificaciones técnicas del proyecto
 - Descripción de los equipos
 - Descripción técnica de la arquitectura de la red
 - Estándares y tecnologías
 - Transmisión
 - Sincronización
 - Señalización
 - Conmutación
 - Programa de cobertura
 - Mapa de cobertura
 - Arrendamiento de infraestructura
 - Puntos de interconexión con redes públicas de telecomunicaciones
 - Programa de inversión
 - Programa de inversión inicial

- Programa de inversión por etapas
- Programa financiero
 - Proyección de ingresos
 - Proyección de gastos de operación y mantenimiento de la red
 - Políticas de depreciación
 - Estados financieros pro-forma
 - Estructura de financiamiento
 - Cualquier otra información respecto al programa financiero
- Programa comercial
 - Programa de desarrollo comercial
 - Mercado potencial
 - Estrategia tarifaria
 - Políticas de comercialización
 - Criterios para la evaluar la calidad del servicio
 - Procesos de tasación, facturación y cobranza
 - Aspectos laborales de capacitación y adiestramiento

Sección II.- Documentación que acredite la capacidad jurídica, técnica financiera y administrativa del solicitante

- Capacidad jurídica del solicitante
 - Copia certificada de la escritura pública de “La empresa”
 - Objeto de la sociedad
 - Nacionalidad
 - Duración de la sociedad
 - Capital social suscrito por inversionistas extranjeros
 - Mayoría de capital en poder del socio mexicano
 - Aviso a la SCT en caso de enajenación de partes sociales
 - Copia certificada de la escritura del representante legal

- Representantes legales de “La empresa”
- Inversión neutra
- Capacidad técnica
 - Listado de servicios y actividades de telecomunicaciones en las que ha participado “La empresa”
 - Constancias y currícula para la justificación de la capacidad técnica
- Capacidad financiera y administrativa
 - Estados financieros auditados

Sección III.- Declaraciones

- Compromisos de cobertura
- Conformidad con el procedimiento

Anexos

- Anexo I recibo de pago de derechos
- Anexo II mapas de cobertura
- Anexo III copia certificada de la escritura pública de “La empresa”
- Anexo IV copia certificada de la escritura pública del cambio de denominación social a “La empresa”
- Anexo V copia certificada de la escritura pública en la que se hace constar del poder general para actos de administración al señor “X”
- Anexo VI estados financieros auditados

CAPITULO 4

BANDA DE FRECUENCIA

4.1 Subasta de la banda de frecuencia

La COFETEL realiza subastas de las bandas de frecuencias disponibles entre aquellos prestadores que cumplen con las bases de dicha licitación.

Aquel prestador de servicio que obtenga una concesión deberá atender las cláusulas de la licitación donde se especifican los compromisos a cumplir a mediano y largo plazo.

Algunos de estos compromisos comúnmente son:

- a) dar servicio en determinado tiempo
- b) mínimo de regiones a cubrir (mínimo de cobertura)
- c) mínimo de clientes en determinado tiempo
- d) variedad de tarifas
- e) etc.

Para esta tesis se emplean las siguientes concesiones aprobadas:

- a) Permiso para uso y explotación de la banda de radiofrecuencia de 800 Mhz, para comunicación personal móvil (telefonía celular).

b) Transmisión inalámbrica de datos punto a punto en la banda de radiofrecuencia de 23 Ghz, esta se utilizará para transmitir información de las radiobases a la central solo como referencia en esta tesis.

4.2 Regiones de concesión

La Secretaría de Comunicaciones y Transportes (SCT) dividió al país en 9 regiones de concesión, en el año de 1989.



Figura 2. Regiones de concesión (SCT)

En nuestro caso utilizaremos la región 4 a la cual pertenece la ciudad de Monterrey.

En cada región existen dos concesionarios del servicio celular, bandas A y B, seleccionados por la COFETEL para una mayor competencia.

Se denomina "banda A" a la banda de frecuencias atribuida para la operación de servicios de telefonía móvil celular, que consiste en 416 pares de frecuencias con separación entre canales de 30 Khz, de acuerdo con el siguiente plan:

- **Porción A (333 canales)**
 - Frecuencias de radioteléfonos: De: 825,030 Mhz a: 834,990 Mhz
 - Frecuencias de estaciones radiobase: De: 870,030 Mhz a: 879,990 Mhz

- **Porción A' (50 canales)**
 - Frecuencias de radioteléfonos: De: 845,010 Mhz a: 846,480 Mhz
 - Frecuencias de estaciones radiobase: De: 890,010 Mhz a: 891,480 Mhz

- **Porción A" (33 canales)**
 - Frecuencias de radioteléfonos: De: 824,040 Mhz a 825,000 Mhz
 - Frecuencias de estaciones radiobase: De: 869,040 Mhz a 870,000 Mhz

Se denomina "banda B" a la banda de frecuencias atribuida para la operación de servicios de Telefonía Móvil Celular, que consiste en 416 pares de frecuencias con separación entre canales de 30 KHz., de acuerdo con el siguiente plan:

- **Porción B (333 canales)**
 - Frecuencias de Radioteléfonos: De: 836,010 Mhz a 844,980 Mhz
 - Frecuencias de Estaciones Radiobase: De: 881,010 Mhz a 889,980 Mhz

- **Porción B' (50 canales)**
 - Frecuencias de Radioteléfonos: De: 846,510 Mhz a 848,970 Mhz
 - Frecuencias de Estaciones Radiobase: De: 891,510 Mhz a 893,970 MHZ

- **Porción B" (33 canales)**
 - Frecuencias de Radioteléfonos: De: 835,020 Mhz a 833,980 Mhz
 - Frecuencias de Estaciones Radiobase: De: 890,020 Mhz a 890,980 Mhz

En nuestro caso utilizaremos la banda B.

4.3 Objetivos y requisitos de la concesión

Al momento de obtener una concesión se debe cumplir con los requisitos requeridos de la COFETEL tales como la cobertura, calidad y el grado de servicio.

Como objetivo de cobertura se considerará:

- solo la zona centro de la ciudad de Monterrey
- se supone una cantidad de población de 5,000 personas en la zona
- obtener una penetración de mercado mínima del 4%
- promedio de 2 llamadas con duración de 3 minutos por usuario
- ofrecer servicio de telefonía analógica principalmente y el servicio digital solo como valor agregado al inicio de la red (penetración de 4% analógica y digital 0.008% al iniciar el servicio mínimo).

En el caso de las telecomunicaciones, nos referimos a calidad del servicio al cumplimiento de los siguientes puntos:

- tener una buena recepción y emisión de las señales dentro de la zona de cobertura.
- Evitar “caída” o “corte” de llamadas.
- Evitar la congestión de tráfico.
- Corto período de establecimiento de llamada.

La probabilidad de pérdida de una llamada esta relacionada con el grado de servicio (GOS), el cual se expresa en porcentaje y se tienen que considerar los siguientes puntos para elegirlo:

- a) al disminuir el grado de servicio: aumenta la capacidad de tráfico.
- b) al disminuir el grado de servicio: aumenta el número de llamadas perdidas.

En nuestro caso será del 2 %, es decir de cada 100 llamadas 2 se “pierden”.

4.4 Selección de la tecnología

Para seleccionar la tecnología a emplear es recomendable considerar los siguientes puntos:

- Estudio Piloto

Analizar las necesidades y presentar una especificación de los requerimientos para que sean conocidos por los proveedores

- Proveedor

Abrir la invitación a los proveedores (licitación) lo cual significa que cualquier fabricante es libre de ofrecer sus equipos. Aquí es donde se consideran los factores tales como precio, tiempo de entrega, producción local, etc.

- Evaluación I

Iniciar juntas para discutir con los proveedores (explicaciones y aclaraciones). Estudiar las diferentes propuestas de los proveedores (bajar el precio o cambios en las funciones).

- Contratos

Preparación de los contratos (acuerdos de entrega, acuerdos de financiamiento y, algunas veces acuerdos relacionados con la producción local o manufactura bajo licencia).

- Proyecto y adaptación a las condiciones del mercado

Esta fase podría incluir el desarrollo de nuevos productos por el proveedor. Por ejemplo, el mercado podría requerir un diseño especial del sistema de señalización). Otro de los elementos son la adaptación de los bloques funcionales a los requerimientos del sistema (tal como un método especial de tasación) y el entrenamiento del personal.

- Manufactura

Manufactura del hardware y software y de la producción de documentos asociados.

- Instalación y prueba

- Evaluación II

Análisis de proyectos futuros (diferentes facilidades, equipo suplementario, facilidades de operación, mantenimiento).

Algunos proveedores de equipo son ERICSSON, SIEMENS, NORTEL, QUALCOM.

Algunas herramientas de Software de planeación celular son CELPLAN, WIZARD, PLANET, TEMS.

Otras herramientas útiles son los mapas digitalizados e información de índices de población del INEGI.

En el caso de esta tesis se selecciono el Sistema CMS 8800 AMPS/TDMA IS-136 de Ericsson debido a que cumple con los estándares de calidad requeridos y facilidad de migración a nuevas tecnologías de tercera generación.

CAPITULO 5

ARQUITECTURA DEL SISTEMA DE TELEFONIA CELULAR

La arquitectura del sistema, es la forma que tomara nuestro sistema físicamente, donde podemos observar cada parte que lo compone y la dirección del flujo de información de datos y de tráfico, el tener una base de datos actualizada de la arquitectura del sistema nos permitirá un mejor control de mantenimiento y soporte de la red además de poder tomar decisiones rápida y eficazmente al momento de necesitar expansión de capacidad.

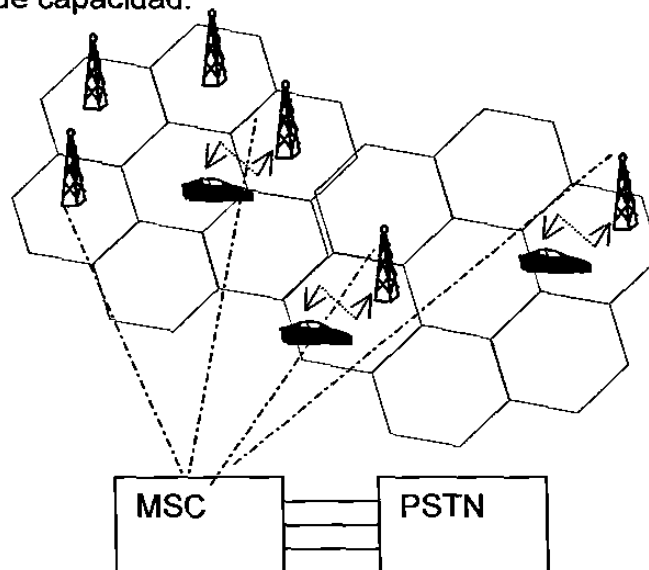


Figura 3. Arquitectura del sistema

En la figura 3 se muestra la arquitectura básica del sistema, el cual está formado por la central celular (MSC) la cual se comunicación mediante troncales con la red telefónica pública (PSTN) para conmutar llamadas desde y hacia la red fija y otros sistemas celulares; esto lo hace posible debido a que mantiene enlaces de comunicación con los teléfonos móviles (representados por autos en la figura) a través de las estaciones radiobase que se encuentran dentro de su área de cobertura.

Las radiobases mantienen la comunicación con la central a través de enlaces PCM empleando equipos de microondas o a través de fibra óptica, y se comunican con los teléfonos móviles a través de enlaces inalámbricos de alta frecuencia mediante una interface de aire la cual es un estandar de comunicación ya definido.

Los enlaces provenientes de las radiobases ya sea por microondas o fibra óptica llegan al MSC a un equipo de croconexión (DSX) el cual hace llegar la información al equipo de la central en el cual se procesan los datos.

5.1 Estrategia a seguir

Esto implica la manera en la cual nuestro proyecto entra al mercado, por ejemplo en el caso de un sistema nuevo lo principal sería el cumplir con la cobertura y la fecha de servicio estipulado en la concesión; para tal caso de una red operando sería resolver huecos de cobertura, problemas de interferencia o mantener la capacidad de tráfico y para una red madura que trata de mejorar el servicio para enfrentar a la competencia se agregaría el proyecto de estrategia.

Una vez establecida la tecnología, la arquitectura y los proveedores, pasaremos a desarrollar el proyecto de diseño de un sistema celular.

En el caso de esta tesis, nos enfocaremos a la Cuidad de Monterrey (Zona Centro) como zona objetivo.

Y contamos con la siguiente información:

- Mapa topográfico,
- Mapa vial
- Mapa turístico
- Mapas digitalizados (puede apoyarse con el INEGI)

Toda información se debe transferir a la herramienta de planeación celular, incluyendo los mapas digitalizados.

Se debe tomar en cuenta que mientras contemos con mayor información de la zona más confiable será nuestro proyecto por lo cual es recomendable conocer la región y el comportamiento de los posibles usuarios (centros comerciales, ferias regionales, centros de convenciones, etc.).

CAPITULO 6

DISEÑO DE RADIOFRECUENCIA (RF)

6.1 Tecnología

Utilizaremos como solución el sistema celular CMS8800 Ericsson en el cual emplearemos las tecnologías AMPS y TDMA.

Tabla 1. Características del sistema

	Sistema Analógico	Sistema Digital
	AMPS	TDMA (DAMPS)
Banda de frecuencia (Mhz)	824-849 869-894	
Espaciamiento del canal (khz)	30	
Canales/portadora	1	3
Acceso	FDMA	FDMA/TDMA
Duplex	FDD	
Modulación	FM	PSK/4DQPSK
Codificación de la voz	FM	VSELP/ACELP
Standard	IS-54	IS-136

Como objetivo de diseño tomaremos en cuenta la accesibilidad, retención, y calidad de la llamada.

Para lograr esto realizaremos los siguientes puntos:

- Proveer una relación C/I, C/N, y C/A adecuadas para cada canal.
- El enlace de trayectorias determinará el diseño apropiado para los parámetros del sistema al calcular la potencia radiada efectiva (EIRP) en base a este.
- Siempre diseñar el sistema con balance de trayectorias
- Seleccionar un buen plan de frecuencias.
- Mantener una base de datos actualizada de todo el sistema cargado en la herramienta de predicción.
- Usar las antenas apropiadas.
- Proveer una adecuada distancia entre antenas para lograr una buena ganancia por diversidad.
- Minimizar el uso de la inclinación de antenas.
- Tomar en cuenta siempre que al cambiar el EIRP requerirá cambios en los parámetros de las celdas.
- Ejecutar constantes mediciones de campo para verificar la calidad de la señal.

Según la licitación previa, para cumplir con los objetivos de cobertura en la región es necesario conocer la cantidad de población, definir el índice de penetración a emplear y el grado de servicio (a garantizar) para dimensionar el sistema celular

6.2 Herramienta de comportamiento de la señal

Para realizar la simulación de el comportamiento de la señal empleamos como herramienta de predicción el software Celplan en el cual emplearemos el modelo Okumura-Hata.

6.2.1 Configuración de la herramienta de predicción

6.2.1.1 Seleccionar el tipo de sistema

Se crea un nuevo proyecto el cual será abierto en sistema AMPS desde el menú configuración de proyecto dentro del proyecto creado.

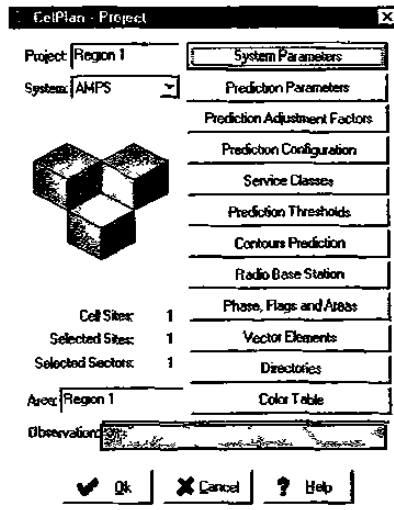


Figura 4. Menú de configuración de proyecto

6.2.1.2 Parámetros del sistema

En el botón Parámetros del sistema se introducen los siguientes parámetros:

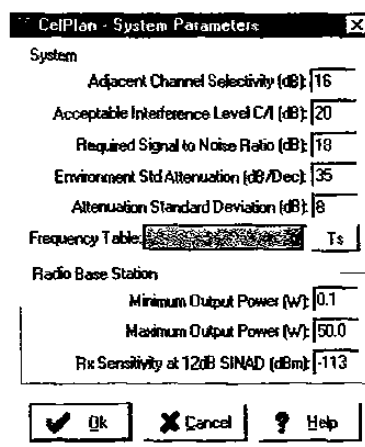


Figura 5. Menú de parámetros del sistema

- **Selectividad de canal adyacente:**

Capacidad de rechazo en las terminales de las señales entrantes de las frecuencias adyacentes a la sintonizada por el equipo en ese momento (1 a 50 dB). Se usa el valor mínimo para IS-136 de 16 dB.

- **Nivel aceptable de interferencia C/I:**

Umbral requerido para considerar a un sitio como interferido (0 a 50 dB). Se usa un valor mínimo para IS-136 (modo digital) de 20dB.

- **Nivel de interferencia requerida C/I:**

Umbral requerido para considerar a un sitio como interferido (0 a 50dB). Se usa un valor mínimo para IS-136 (modo digital) de 20db.

- **Relación señal a ruido requerida:**

Valor utilizado por el sistema para la diferencia entre señales válidas e interferentes (en el cálculo de equilibrio de potencias, 5 a 30db). Se usa un valor de 18db.

- **Atenuación estandar del ambiente:**

Coefficiente de atenuación por el ambiente usada para el cálculo del margen de desvanecimiento, relacionada con la constante de decaimiento del entorno ($P \propto d^{-n}$), con una relación de diez veces dicha constante ($ESA = n * 10$), 10 a 60 db/dec). Se tomó una constante de decaimiento de 3.5, por lo que se debe usar el valor de 35db/dec

- **Atenuación por desviación estandar:**

Desviación estandar esperada en las predicciones usada para el cálculo del margen de desvanecimiento (1 a 15db). Se usó una desviación estándar de 8db.

- **Tabla de frecuencias:**

Arreglo de frecuencias utilizadas en el proyecto. Se utiliza la tabla de frecuencias para la banda B y B'. Con los grupos partiendo del A1 con el 334 como canal de control. En caso de utilizar una variación del arreglo se es recomendable crear la tabla de frecuencias con sus consideraciones.

- **Mínima potencia de salida:**

Valor para la rbs (0.1 a 50.0W). Se toma un valor de 0.1W.

- Máxima potencia de salida:

Valor para la rbs (5.0 a 500.0W). Se toma un valor de 50W.

- Sensibilidad de recepción a 12db SINAD:

Nivel de señal requerido para lograr la Demodulación de manera adecuada (-80 a -140dbm). Se considera un valor para la Rbs en modo digital de -113dbm para un móvil a 100km/hr.

6.2.1.3 Morfología

Regresando al menú de configuración de proyecto, en el botón de Prediction Parameters, donde se encuentran las tablas con los valores que caracterizan la propagación en los diferentes tipos de morfología.

Tabla 2. Datos de morfología

Morf-Id	Descripción	P 1mi	dB/década
0	Water	-45	22
1	Wetland	-45.83	29
2	Open Area	-48.55	32.3
3	Urban Open Area	-49.08	33.71
4	Urban Streets	-54.05	37.92
5	Urban Avenues I	-53.13	36.36
6	Roads/Avenues II	-51.87	36.14
7	Low Vegetation	-51.59	36.11
8	Medium Vegetation	-52.57	36.89
9	Dense Vegetation	-57	39.04
10	Villages/Suburban I	-55.7	37.2
11	Suburban II	-55.7	37.7
12	Cities/Urban	-58.56	39.56
13	Dense Urban	-60.2	40.31
14	Not Used	0	0
15	Not Used	0	0
16	Type not defined	-54	38

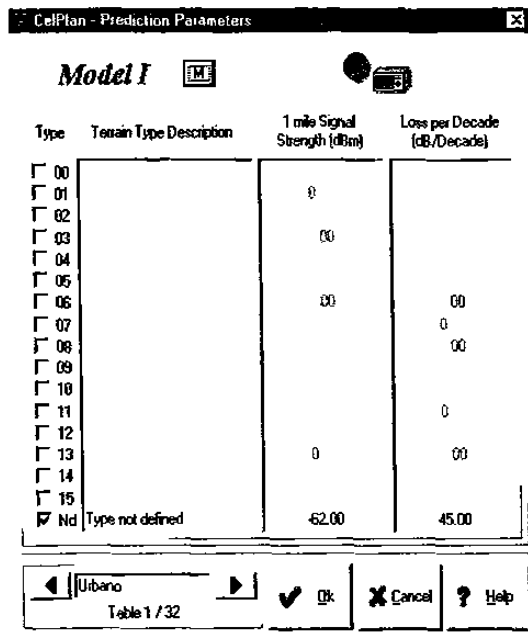


Figura 6. Menú datos de morfología

Se utilizarán dichas tablas de la siguiente manera:

La herramienta de predicción debe ser calibrada de acuerdo al tipo de morfología con que cuenta el terreno en que se va a trabajar, por lo cual si la herramienta no ha sido calibrada se deben deshabilitar los tipos de morfología, dejando marcado solo la opción de tipo no definido. Se usará una tabla nueva de las mismas características para definir el entorno de la Rbs, solo cambiando los valores para el tipo no definido de cada una. Usando las tablas para el modelo I, crear las siguientes:

- Para sitios localizados en ciudades grandes
Urbano-62dbm (1 milla) 45dbm (pérdidas por década)
- Para sitios localizados en ciudades pequeñas o medianas, y en suburbios de ciudades grandes.
Suburbano -60dbm (1 milla) 43dbm (pérdidas por década)
- Para sitios localizados en áreas abiertas y con poca vegetación
Área abierta zona norte -49dbm (1 milla) 43dbm (pérdidas por década)

- Para sitios localizados en áreas abiertas y con vegetación densa
Área abierta zona sur -49dbm (1 milla) 47dbm (pérdidas por década)

Una vez realizados los trabajos de calibración se tendrán las tablas adecuadas para las diferentes zonas en las que se clasificará el terreno en conjunto con la morfología, teniéndose tablas definidas para cada ciudad.

6.2.1.4 Configuración de predicciones

Regresando al menú de configuración de proyecto, en el botón de Prediction Configuration se toman en cuenta lo siguiente:

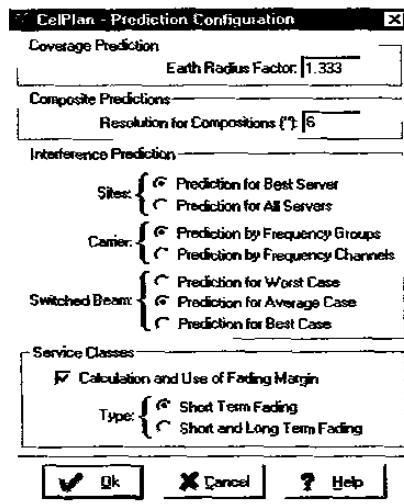


Figura 7. Menú configuración de predicciones

Se utilizará una resolución para las predicciones compuestas de 1" para una mejor definición. Y para las predicciones de interferencia se selecciona Mejor servidor y Grupo de frecuencias.

Para las clases de servicio se selecciona Calculo y uso del margen de desvanecimiento, seleccionando short term fading.

6.2.1.4.1 Clases de servicio

En el menú configuración de predicción, en el botón clases de servicio, se introducen los valores para caracterizar los ambientes en los que se encuentran las unidades de recepción que definen los tipos de servicio a considerar como objetivo del diseño.

6.2.1.4.1.1 Para zona urbana

Class	C1	C2	C3
Classes of Service	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>
Mobile Terminal			
Maximum Output Power (W)	0.600	0.600	0.600
Sensitivity at 12dB SINAD (dBm)	-103	-103	-103
Mobile Antenna			
Directional Antenna	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Antenna Height (m)	1.50	1.50	1.50
Antenna Gain (dBd)	0.0	0.0	0.0
Front to Back Ratio (dB)			
Horizontal Aperture (°)	1	1	1
Coverage Universe			
Human Body Attenuation (dB)	3	3	3
Penetration Attenuation (dB)	0	10	20
Coverage Probability (%)	90	90	90
Probability Universe	Area	Area	Area
Resulting Prediction Margin (dB)	8.22	18.22	28.22
Presentation Color	[Color 1]	[Color 2]	[Color 3]
Standard Class of Service	<input checked="" type="radio"/> Class 1	<input type="radio"/> Class 2	<input type="radio"/> Class 3

Figura 8. Menú clases de servicio

Debido a que se pretende diseñar para el mismo móvil en diferentes circunstancias se marcan las tres clases disponibles y se especifican valores similares en cada una de ellas.

- Potencia de salida máxima:

Nivel de salida del móvil (0.001 a 50W) se usa el estándar IS-136 de 0.6W.

- Sensibilidad de recepción a 12db SINAD:

Nivel de señal requerido para lograr la demodulación de manera adecuada (-80 a -140dbm). Se considera -103dbm del estándar IS-136 para el móvil a 3% de BER a 100km/hr.

Se deja sin seleccionar la opción antena direccional, y se usa el valor estándar de 1.5m para la altura del móvil. La ganancia de la antena del móvil considerada es de 0dbd. El valor para la atenuación del cuerpo humano se toma el valor medio de 3db.

Para el caso de atenuación por penetración se usa 0 para C1, 10db para C2 y 20 dB para C3, como valores medios de pérdidas por penetración en auto y en interiores respectivamente.

Se usa un valor 90% para probabilidad de cobertura y área en el universo de probabilidad.

Se selecciona clase 1 (exteriores) como clase de servicio estándar, debido a que las predicciones restantes (mejor servidor, enlace descendente compuesto, etc.) toman como referencia la clase seleccionada, por lo que exteriores (C1) es la adecuada para ello.

En el menú configuración de predicción, en el botón índices de predicción, se deben usar los valores indicados en la figura 9.

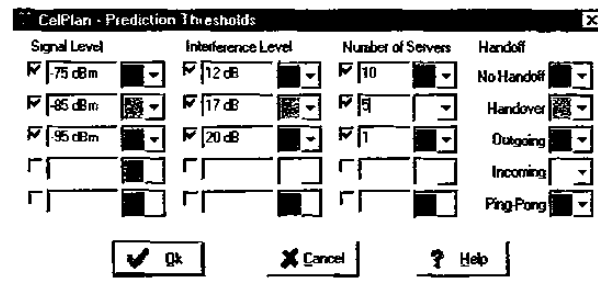


Figura 9. Menú índices de predicción

6.2.1.4.1.2 Para zona rural

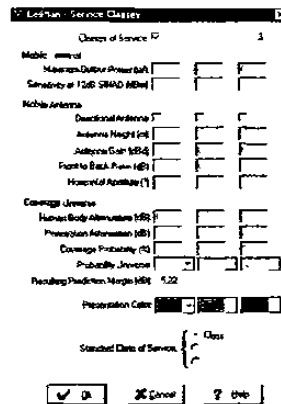


Figura 10. Menú clases de servicio

En el menú configuración de predicción, en el botón clases de servicio, se introducen los valores para caracterizar el ambiente rural.

Marcamos solamente la clase C1 y se especifican los siguientes valores:

- Potencia de salida máxima:
Nivel de salida del móvil (0.001 a 50W) se usa 3W para teléfonos rurales.
- Sensibilidad de recepción a 12db SINAD:

Nivel de señal requerido para lograr la demodulación de manera adecuada (-80 a -140dbm). Se considera -103dbm

Se deja sin seleccionar la opción antena direccional, y se usa el valor estándar de 3m para la altura del móvil. La ganancia de la antena del móvil considerada es de 1.5dbd tomando en cuenta 3dbd de la antena y 1.5db de pérdidas en la línea de la antena del teléfono fijo.

El valor para la atenuación del cuerpo humano se toma el valor medio de 0db.

Para el caso de atenuación por penetración se usa 0.

Se usa un valor 90% para probabilidad de cobertura y área en el Universo de probabilidad.

Se selecciona clase 1 (exteriores) como clase de servicio estándar.

En el menú configuración de predicción, en el botón índices de predicción, se deben usar los siguientes valores:

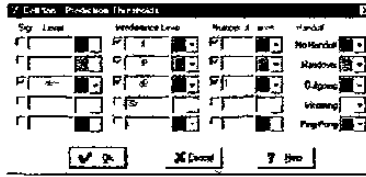


Figura 11. Índices de predicción

6.2.1.5 Configuración de los sitios

6.2.1.5.1 Urbana

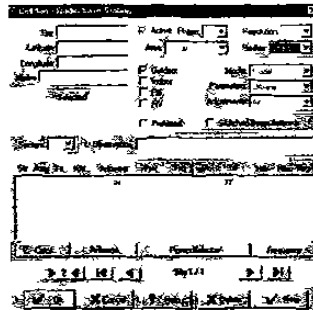


Figura 12. Configuración de los sitios zona urbana

- sitio:
Identificador del sitio, debe ser único e irrepitible para cada sitio.
- nombre:
Nombre completo del sitio sin abreviaciones (máximo 32 caracteres)
- observación:
Colocaremos la dirección del acceso al sitio (64 caracteres). Marcar la acción activar, que sirve para seleccionar los sitios que serán tomados en cuenta para la actualización de las predicciones.
 - modelo:
Seleccionamos el modelo I (Oumura-Hata).
 - parámetros:
Seleccionamos la opción adecuada para la localización del sitio (urbano, suburbano, área abierta norte, área abierta sur). Se usa un radio de 15km

6.2.1.5.2 Rural

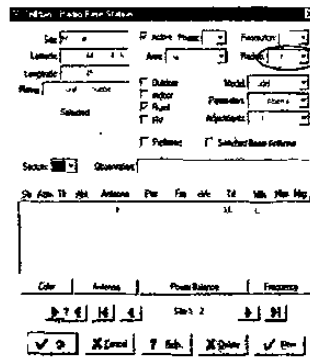


Figura 13. Configuración de los sitios zona rural

Se define el máximo en las predicciones de coberturas a 46km, debido a la limitación en el uplink lo cual se puede verificar en el link budget utilizándole modelo Okumura-Hata modificado para área abierta, y así se establece un grado de confiabilidad para los análisis.

6.2.1.6 Balance de potencias

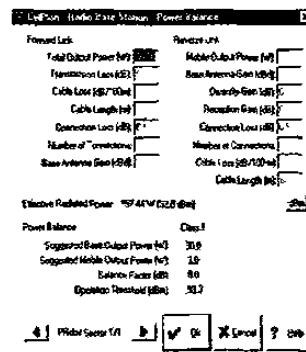


Figura 14. Balance de potencias

En la sección estación radiobase se introducen los valores para el balance de potencias, el cual es usado en el análisis del enlace para definir coberturas.

- potencia de salida total:

El valor para ERP se actualiza tomando el de este campo, sugerido para tener un enlace balanceado, acorde con las ganancias y pérdidas definidas, además de la potencia de transmisión del móvil.

- pérdidas de transmisión:

Se considera la potencia en el puerto de la antena por lo cual no se toman en cuenta pérdidas adicionales.

- pérdidas del cable :

Son las pérdidas del feeder cada 100m se usan 3db/100m para un feeder tipo 1 ½, según el fabricante Andrew. Se usa el mismo valor para enlace descendente y ascendente.

- longitud del cable:

Se considera aquí la altura de la torre. Se usa el mismo valor para enlace descendente y ascendente.

- pérdidas por conexión:

Se consideran 0.5db para cada conector en los jumpers. Se usa el mismo valor para enlace descendente y ascendente.

- número de conectores:

Se usan 2, para tener 1db de pérdida en los jumper. Se usa el mismo valor para enlace descendente y ascendente.

- ganancia de la antena de la radiobase:

Es muy importante usar el valor de la ganancia de la antena utilizada para la predicción. Se usa el mismo valor para enlace descendente y ascendente.

- potencia de salida del móvil:

Se usan los 3 watts definidos para los teléfonos rurales.

- ganancia por diversidad:

No se considera ganancia por diversidad (valor 0) debido a que con la distancia a cubrir (relativamente más grande que la distancia entre antenas receptoras) ya no se tiene.

- ganancia de recepción:

Valor 0, en caso de considerar TMA se consideraría la ganancia de este.

6.2.1.6 Cálculo de balance de trayectorias

Tabla 3. balance de potencias

Balace de potencias	Enlace descendente	Enlace ascendente
Potencia al puerto de la antena (dBm)	38	28
Ganancia de antena del móvil (dBd)	0	0
Pérdidas(jumpers, conectores) (dB)	-2.935	-2.935
Ganancia de antena de la base (dBd)	15	15
Pérdidas por penetración (automóvil) (dB)	-10	-10
Ganancia por TMA	0	0
Ganancia por diversidad	0	0
Pérdidas por penetración (construcción) (dB)	-20	-20
Pérdida de cuerpo (dB)	-3	-3
Margen de desvanecimiento. (dB)	-8.8	-8.8
Sensitividad del RX (dBm)	-103	-113
Path loss (máximo)	121.265	121.265

6.3 Planeación de celdas

6.3.1 Cálculo de tráfico

Para cumplir con los requerimientos de concesión sobre la capacidad de la red, se deben hacer ciertos cálculos para evitar sobredimensionar el sistema e instalar solo el equipo necesario. Por lo cual emplearemos el modelo de Poisson B utilizando las tablas de tráfico de Erlang para un GOS del 2%.

$$\begin{aligned} \text{tráfico por usuario} &= (2 \text{ llamadas})(180 \text{ seg})/3600 \text{ seg} \\ &= 0.1 \text{ Erlang} \end{aligned}$$

tráfico por celda= 12.333 erlang (valor de las tablas de erlang b GOS 2% para 19 canales de voz)

tráfico por sitio= (12.333)(3)= 36.999 erlang

tráfico por clúster=(36.999)(7)= 258.993 erlang

#Máximo de usuarios= (tráfico por usuario)/(capacidad máxima de la red)
= (0.1)(258.993)= 2,589.93 usuarios

Penetración de mercado (màxima)= (258.993)(100)/5,000= 5.18%

Con estos datos demostramos que con 7 sitios es posible cumplir con el 4% de penetración de mercado requerido.

Tabla 4. Tablas de tráfico Erlang B

GOS/n	.007	.008	.009	.01	.02	.03	.05	.1	.2	.4
1	.00705	.00806	.00908	.01010	.0204	.03093	.05263	.11111	.25000	.66667
2	.12600	.13532	.14416	.15259	.2234	.28155	.38132	.59543	1.0000	2.0000
3	.39664	.41757	.43711	.45549	.6022	.71513	.89940	1.2708	1.9299	3.4798
4	.77729	.81209	.84085	.86942	.992	1.2589	1.5246	2.0454	2.9452	5.0210
5	1.2362	1.2810	1.3223	1.3608	.657	1.8752	2.2185	2.8811	4.0104	6.5955
6	1.7531	1.8093	1.8610	1.9090	.275	2.5431	2.9603	3.7584	5.1086	8.1907
7	2.3149	2.3820	2.4437	2.5009	.935	3.2497	3.7378	4.6662	6.2302	9.7998
8	2.9125	2.9902	3.0615	3.1276	.627	3.9865	4.5430	5.5971	7.3692	11.419
9	3.5395	3.6274	3.7080	3.7825	.344	4.7479	5.3702	6.5464	8.5217	13.045
10	4.1911	4.2889	4.3784	4.4612	.084	5.5294	6.2157	7.5106	9.6850	14.677
11	4.8637	4.9709	5.0691	5.1599	.841	6.3280	7.0764	8.4871	10.857	16.314
12	5.5543	5.6708	5.7774	5.8760	.614	7.1410	7.9501	9.4740	12.036	17.954
13	6.2607	6.3863	6.5011	6.6072	.401	7.9667	8.8349	10.470	13.222	19.598
14	6.9811	7.1154	7.2382	7.3517	.200	8.8035	9.7295	11.473	14.413	21.243
15	7.7139	7.8568	7.9874	8.1080	.009	9.6500	10.633	12.484	15.608	22.891
16	8.4579	8.6092	8.7474	8.8750	.828	10.505	11.544	13.500	16.807	24.541
17	9.2119	9.3714	9.5171	9.6516	.065	11.368	12.461	14.522	18.010	26.192
18	9.9751	10.143	10.296	10.437	.149	12.238	13.385	15.548	19.216	27.844
19	10.749	10.92	11.08	11.23	.233	13.11	14.31	16.67	20.42	29.49
20	11.526	11.709	11.876	12.031	.318	13.997	15.249	17.613	21.635	31.152
21	12.312	12.503	12.677	12.838	.403	14.885	16.189	18.651	22.848	32.808
22	13.105	13.303	13.484	13.651	.489	15.778	17.132	19.692	24.064	34.464
23	13.904	14.110	14.297	14.470	.576	16.675	18.080	20.737	25.281	36.121
24	14.709	14.922	15.116	15.295	.662	17.577	19.031	21.784	26.499	37.779

6.3.2 Plan de frecuencias

Como modelo de rehuso de frecuencias (cada estrategia de rehuso subdivide el espectro de frecuencias de manera diferente) utilizaremos el 7/21 ya que provee adecuada capacidad de llamadas por celda mientras proporciona aceptables márgenes de interferencia cocanal entre celdas cocanal.

Tabla 5. Tabla de grupos de frecuencia

Canal de control		Grupo																		
A1	B1	C1	D1	E1	F1	G1	A2	B2	C2	D2	E2	F2	G2	A3	B3	C3	D3	E3	F3	G3
334	333	336	337	334	339	340	341	342	343	344	345	346	347	348	349	350	351	352	353	354
355	356	357	358	359	360	361	362	363	364	365	366	367	368	369	370	371	372	373	374	375
376	377	378	379	380	381	382	383	384	385	386	387	388	389	390	391	392	393	394	395	396
397	398	399	400	401	402	403	404	405	406	407	408	409	410	411	412	413	414	415	416	417
418	419	420	421	422	423	424	425	426	427	428	429	430	431	432	433	434	435	436	437	438
439	440	441	442	443	444	445	446	447	448	449	450	451	452	453	454	455	456	457	458	459
460	461	462	463	464	465	466	467	468	469	470	471	472	473	474	475	476	477	478	479	480
481	482	483	484	485	486	487	488	489	490	491	492	493	494	495	496	497	498	499	500	501
502	503	504	505	506	507	508	509	510	511	512	513	514	515	516	517	518	519	520	521	522
523	524	525	526	527	528	529	530	531	532	533	534	535	536	537	538	539	540	541	542	543
544	545	546	547	548	549	550	551	552	553	554	555	556	557	558	559	560	561	562	563	564
565	566	567	568	569	570	571	572	573	574	575	576	577	578	579	580	581	582	583	584	585
586	587	588	589	590	591	592	593	594	595	596	597	598	599	600	601	602	603	604	605	606
607	608	609	610	611	612	613	614	615	616	617	618	619	620	621	622	623	624	625	626	627
628	629	630	631	632	633	634	635	636	637	638	639	640	641	642	643	644	645	646	647	648
649	650	651	652	653	654	655	656	657	658	659	660	661	662	663	664	665	666			
733	734	735	736	737	738	739	740	741	742	743	744	745	746	747	748	749	750	751	752	753
754	755	756	757	758	759	760	761	762	763	764	765	766	767	768	769	770	771	772	773	774
775	776	777	778	779	780	781	782	783	784	785	786	787	788	789	790	791	792	793	794	795
796	797	798	799																	

6.3.3 Grid

Se establece un grid o plantilla para ubicar los sitios celulares basándose en una distancia uniforme entre celdas de acuerdo a los criterios de calidad establecidos en el estándar. Una vez establecido el grid a seguir se define su orientación de acuerdo a las características de la ciudad y a su proyección de crecimiento a futuro (ya sea por conocimiento de la zona o en base a información de INEGI).

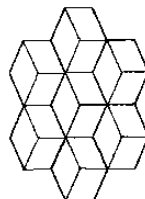


Figura 15. Formato de grid

6.3.4 Representación de una Celula Omnidireccional

Aun no siendo necesario un grid para la instalación de una célula omni es clave establecer uno en caso de posible crecimiento de tráfico en la ciudad.

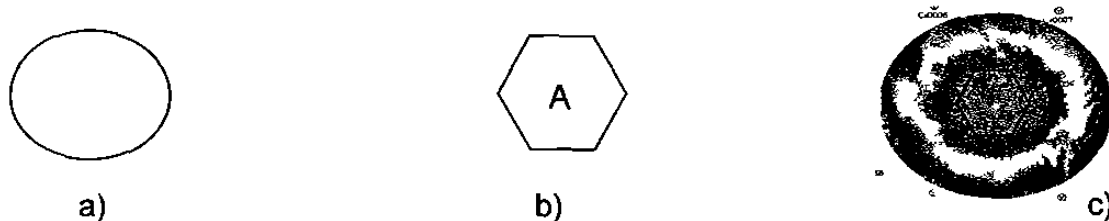


Figura 16. Representación de celula a) omni, b) hexagonal c) cobertura

6.3.5 Planeación de Frecuencias

Se selecciona un plan de frecuencias para cada una de las celdas para un mayor aprovechamiento del ancho de banda y evitando lo mayor posible las interferencias. Esta asignación de frecuencias es posible realizarla manualmente en caso de ser pocas celulas pero para sistemas en que se tiene una gran cantidad de celdas y para mejores resultados se emplea el software de predicción de coberturas para una mejor asignación, algunas herramientas de predicción como el aquí descrito manejan algoritmos aleatorios de asignación para cada canal en cada celda y de esta manera optimizan el sistema lo mejor posible.

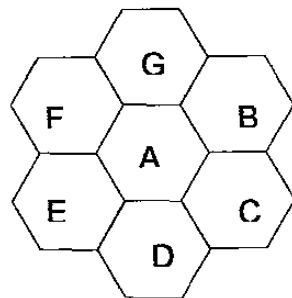


Figura 17. Frecuencias en celulas omni

6.3.6 Orientación de sectores

La orientación de los sectores se realiza una vez ubicados los sitios en la herramienta de predicción de acuerdo al grid siendo modificada solo en caso de problemas de interferencia o bloqueos de cobertura por edificios enfrente o cerros que obstruyan el paso de la señal o rebotes que generen problemas de interferencia.

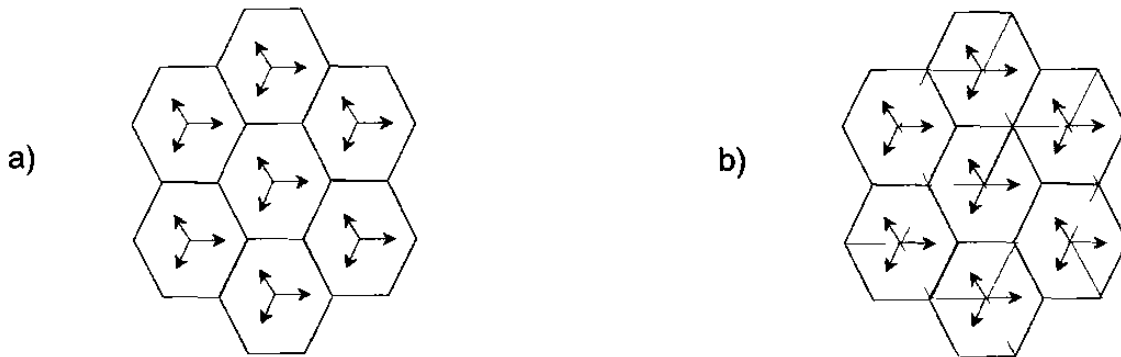


Figura 18. a) orientación b) area a cubrir

6.3.7 Selección de antenas

Se establece un mismo tipo de antenas para toda la zona a cubrir, de esta manera se logra una cobertura uniforme en toda la zona. En caso de tener problemas de interferencia o debido a que la topografía del terreno impide una buena cobertura (cerros, edificios, etc.) es necesario realizar un cambio en de antenas seleccionandolas según los resultados que se deseen.

Se recomienda tener antenas de mayor ganancia en los sectores del perímetro de la zona a cubrir para obtener una mayor cobertura (ejes carreteros, límites de la ciudad).

En ciudades donde es difícil colocar torres (zonas residenciales, ciudades con políticas de prohibición de torres, etc.) se pueden elegir antenas de polarización cruzada las cuales realizan TX/Rx/Rx en una sola antena disminuyendo la cantidad de antenas necesarias de 3 a 1 por sector además del peso a soportar por la torre.

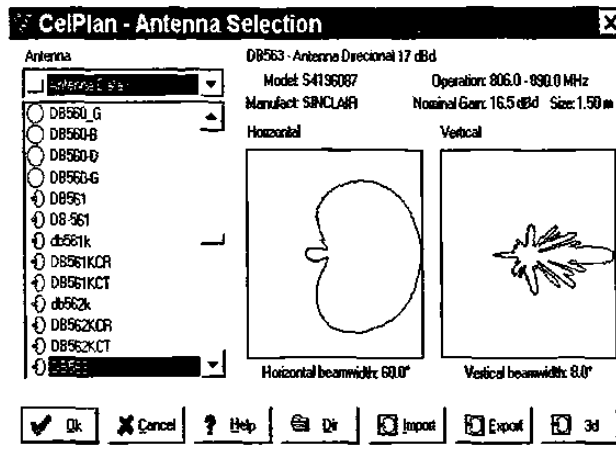


Figura 19. Selección de antenas y patrón de radiación

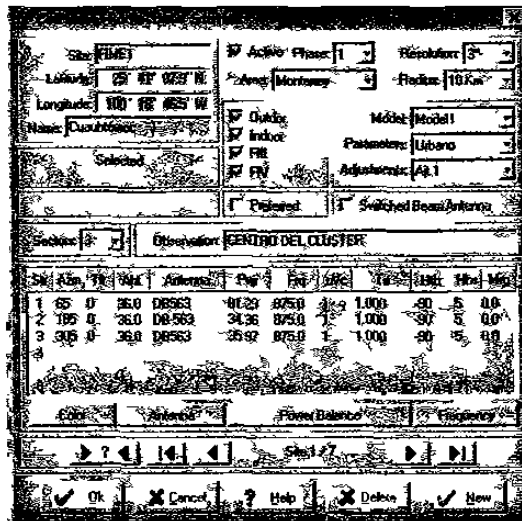


Figura 20. Configuración del sitio

Sectorizando las celulas omni obtenemos mayor capacidad, al sectorizar una celda es necesario realizar de nuevo un análisis para la asignación de frecuencias, Dcc, Sat.

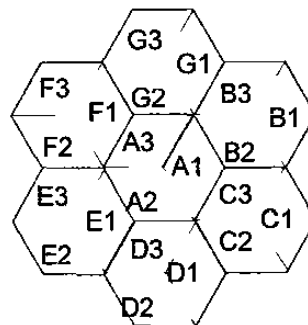


Figura 21. Plan de frecuencias

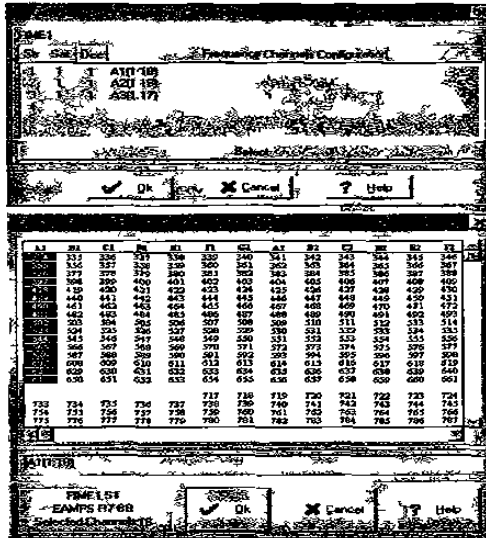


Figura 22. Selección de frecuencias

Para la ubicación de los sitios celulares deben tomarse en cuenta ciertas consideraciones para casos especiales:

- Cuando la ubicación del sitio se encuentra cerca de un aeropuerto se deben seguir las normas mexicanas de aeronáutica civil.
- Cuando la ubicación de los sitios o la zona objetivo de cobertura está cerca de otro sistema celular empleando la misma banda de frecuencias (generalmente en las fronteras del país) se deben seguir los acuerdos nacionales e internacionales para compartir información de parte de ambas telefónicas.

Además a esto se toma en cuenta la administración del manejo del canal de voz en el cual se indica el tipo y el orden de selección de los canales de voz para cada tipo de llamada (se pueden crear grupos de llamadas públicas, privadas, etc.).

6.3.8 Simulaciones

6.3.8.1 Simulación y análisis de Cobertura individual

Esta simulación se realiza para cada sector y para cada uno de los sitios. Mediante estas predicciones se efectúa un análisis del comportamiento de la señal y la zona que cubre realizando cambios en la altura, tipo, inclinación de las antenas, cambios de potencia, etc tomando como consideración que se permite translapar los sectores solo una tercera parte.

En la imagen se muestra un mapa topográfico para estudiar el comportamiento de la señal con el terreno, sin embargo es posible cambiar el tipo de mapa por otro como el caso de mapas urbanos los cuales estando correctamente cargados en la herramienta mostraran la misma escala que la predicción y es posible ver las colonias y calles en las cuales tiene cobertura cada sector.

En la imagen pequeña del lado derecho se agregó una representación en forma hexagonal por sitio, así como las orientaciones (azimuth) de los sectores.

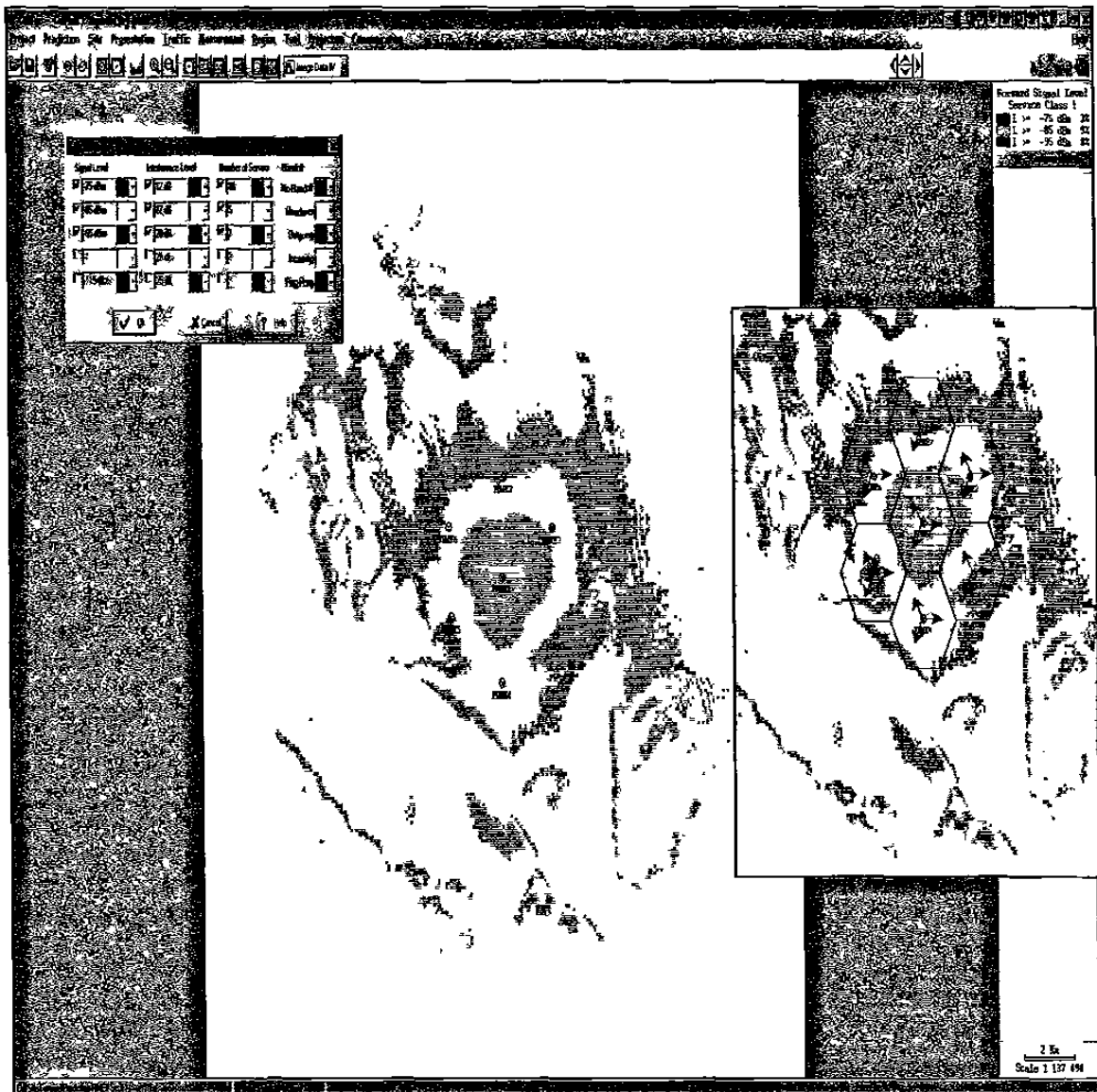


Figura 23. Simulación de downlink individual y representación hexagonal

6.3.8.2 Simulación y análisis de Cobertura compuesta de cada sector y representación de la cobertura objetivo en mapa topográfico

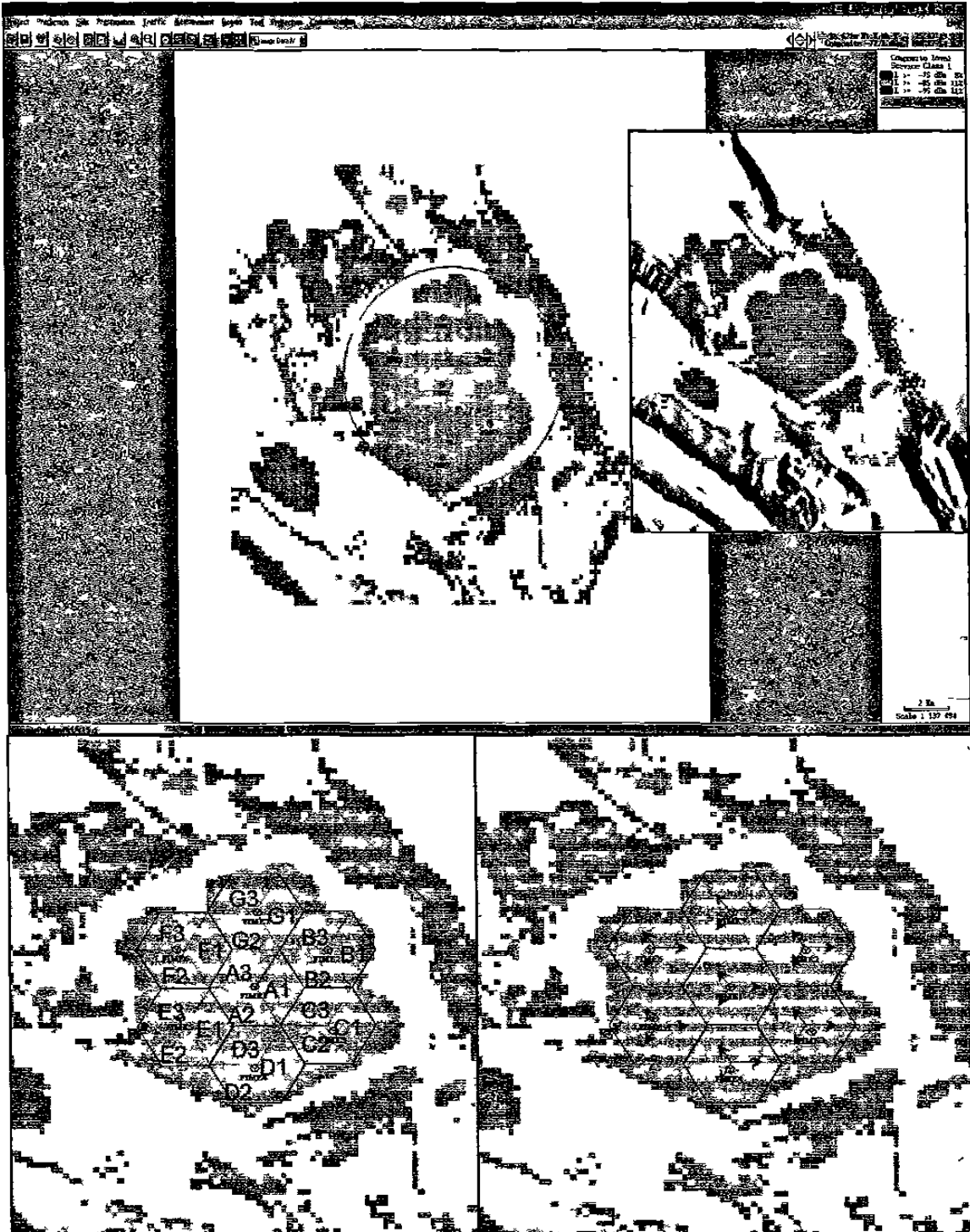


Figura 24. Simulación de downlink compuesto y representación hexagonal

6.3.8.3 Simulación y análisis de interferencia Canal Adyacente

Mediante este tipo de análisis se realiza un estudio de los posibles problemas de interferencia a esperar de canales adyacentes así como la ubicación en la ciudad. Con la ayuda de estas predicciones es posible revisar la asignación de frecuencias así como los translapés entre celdas, orientación, tipo e inclinación adecuada de las antenas.

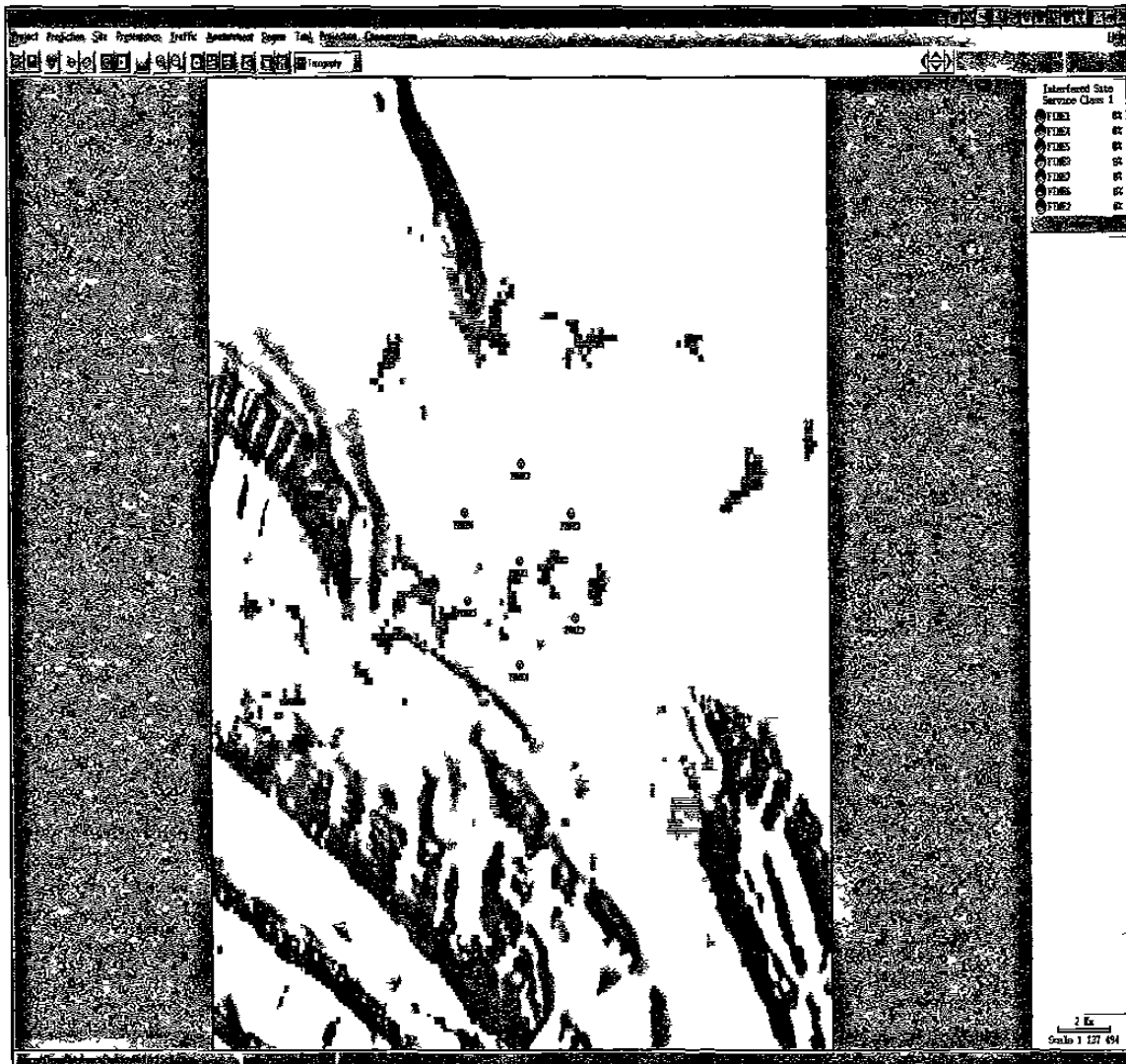


Figura 25. Simulación de interferencia de canal adyacente

6.3.8.4 Simulación y análisis de interferencia Co-canal

Al igual que el análisis de interferencia de canal adyacente es posible realizar el análisis de interferencia co-canal logrando así tener un mejor conocimiento al tener mayor información y así optimizar de manera correcta la red celular.



Figura 26. Simulación de interferencia cocanal

6.3.8.5 Simulación y análisis de Cobertura compuesta para el caso de crecimiento en cobertura

Este análisis es solo para el caso en que se desee obtener una mayor cobertura hacia el lado norte de la ciudad demostrando la forma en que se realizaría, esto es, siguiendo las consideraciones mencionadas anteriormente, como el tipo de grid el cual sigue siendo el mismo así como la orientación de las antenas, así como la asignación de frecuencias ya que como se puede observar se agregó otro cluster al sistema y se emplea el rehusado de frecuencias.

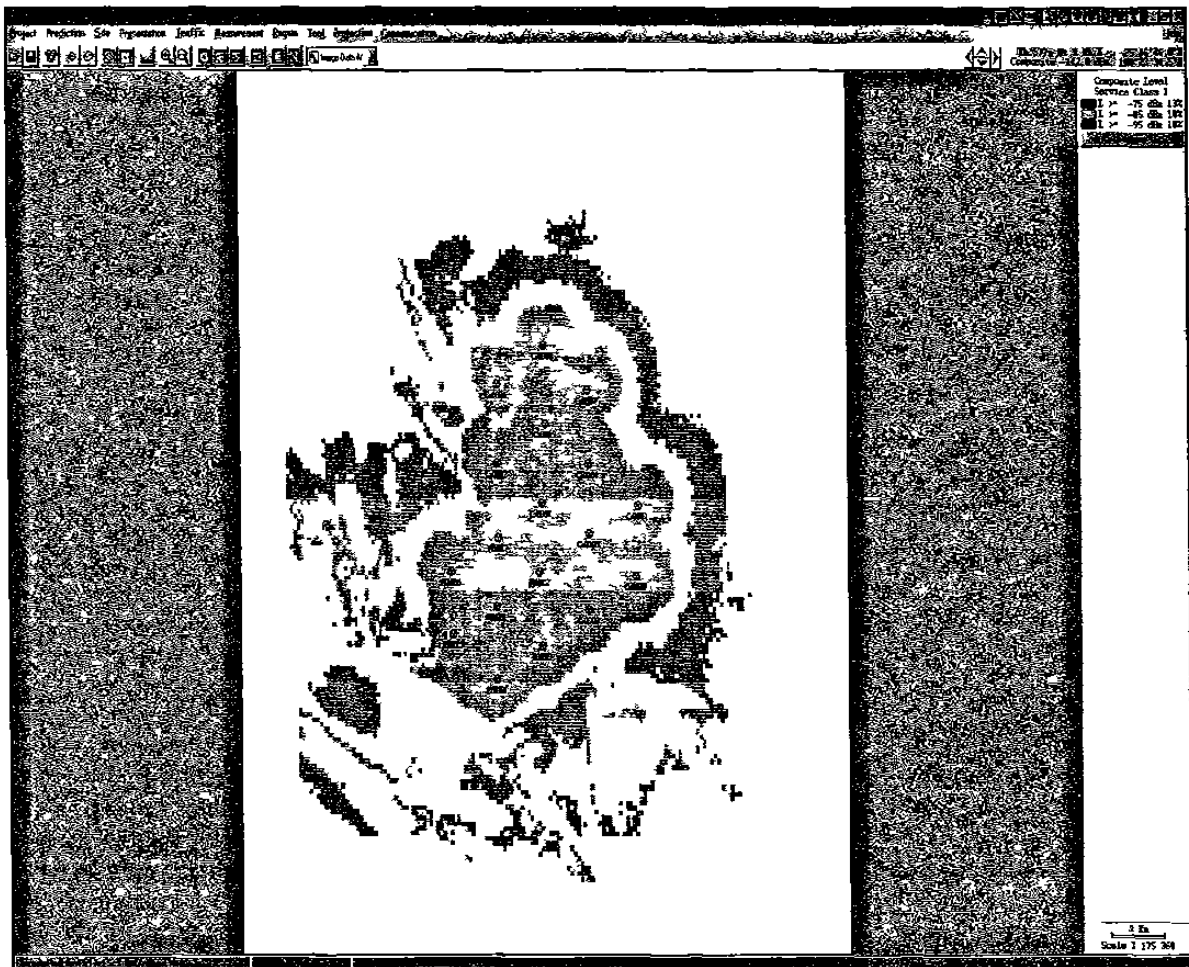


Figura 27. Simulación de downlink compuesto para posible crecimiento de cobertura

6.3.8.6 Simulación y análisis de interferencia Canal Adyacente

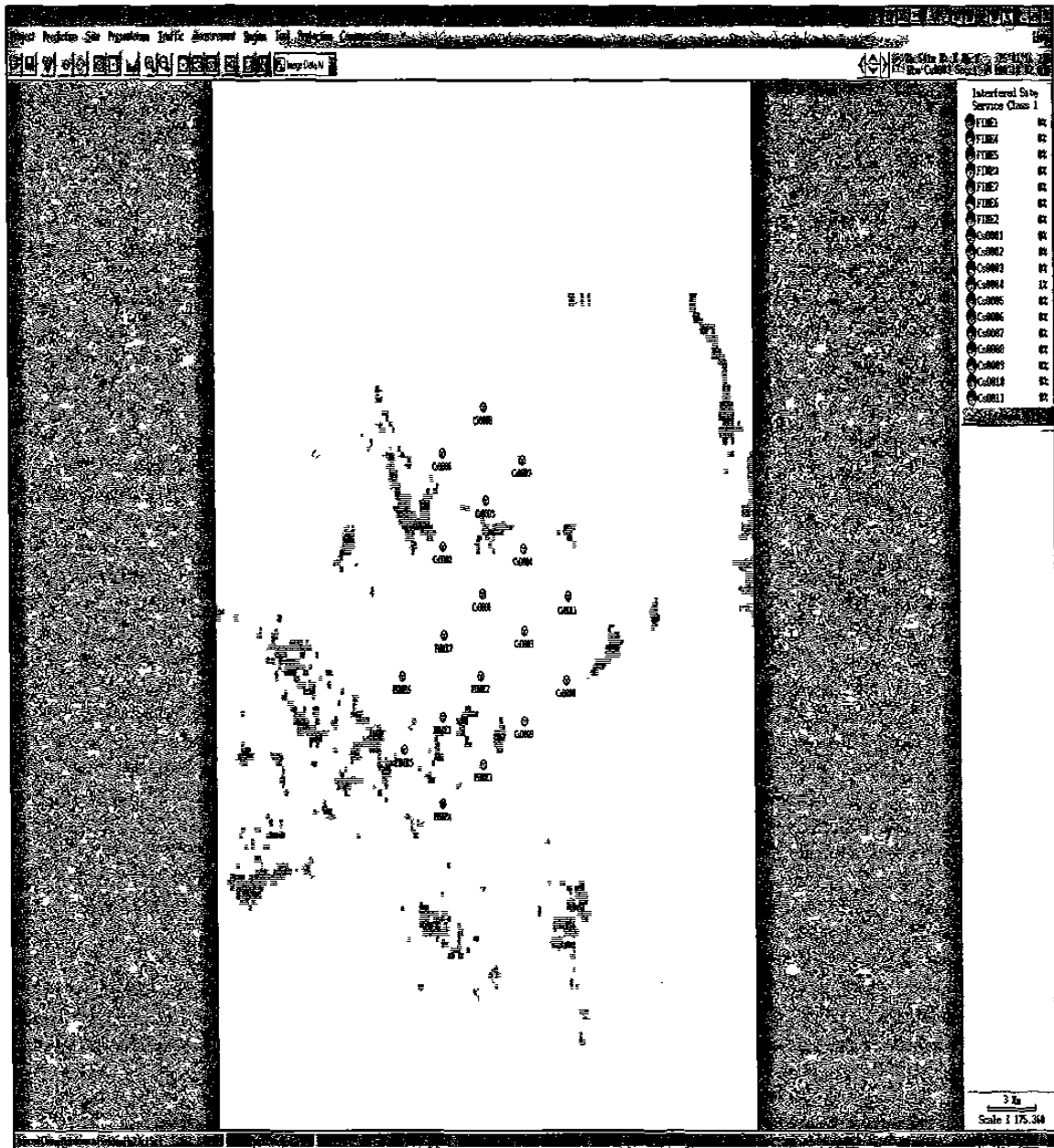


Figura 28. Simulación de interferencia canal adyacente de posible crecimiento de cobertura

6.3.8.7 Simulación y análisis de interferencia Co-canal

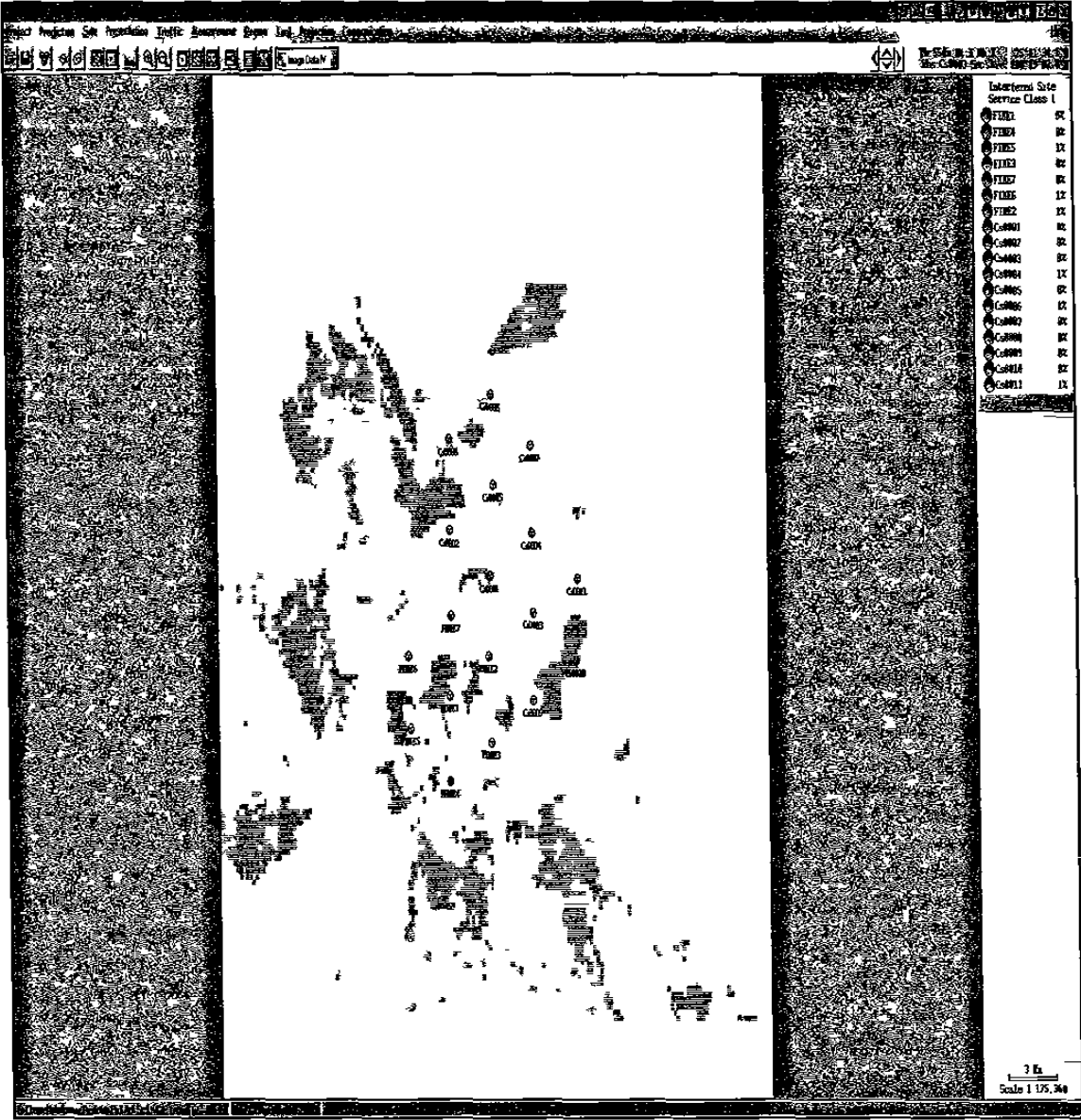


Figura 29. Simulación de interferencia Co-canal de posible crecimiento de cobertura

6.4 Diseño de datos de celdas

Consiste de la asignación de parámetros del sistema (asignación de células vecinas, indicadores de acceso de móviles, niveles de potencia, etc.) los cuales serán utilizados para el correcto funcionamiento de la red celular. Al final se apuntan todos estos valores en un archivo resumen (datos de diseño de celda).

6.4.1 Acceso al sistema

Se calcula el nivel de potencia de acuerdo al balance de trayectorias

$$\text{PASET} = \text{Pmt} + \text{Gdiv} + \text{Lcomb} + \Delta\text{sens}$$

$$\text{Pmt} = \text{PASET} - \text{Gdiv} - \text{Lcomb} - \Delta\text{sens}$$

como $\Delta\text{sens} = \text{MSsens} - \text{RBSsens}$

y si el nivel de potencia es cambiado en pasos de 4db: $\text{Pmt} = 36 - 4\text{PL}$

entonces

$$\text{PL}(\text{axe}) = [36 - (\text{PASET} - \text{Gdiv} - \text{Lcomb} - \Delta\text{sens})] / 4$$

Gdiv = ganancia por Diversidad

Lcomb = pérdidas en el combiner de la RBS

MSsens = sensibilidad del móvil

RBSsens = sensibilidad de la RBS

ERP = potencia radiada efectiva por la antena de la RBS

Lfeeder = pérdidas del feeder

Gant = Ganancia de la antena de la RBS

PASET = Potencia de salida del transmisor de la RBS

$$\text{PASET} = \text{ERP} + \text{Lcomb} + \text{Lfeeder} - \text{Gant}$$

PLC.- nivel de potencia del móvil para acceder al canal de control

La tabla contiene la información de control de potencia enviado al móvil dependiendo de su clase.

Tabla 6. Tabla de potencia de salida del movil

Power level	MAC	Potencia de salida de transmisión del movil		
		Clase I	Clase II	Clase III
0	000	36	32	28
1	001	32	32	28
2	010	28	28	28
3	011	24	24	24
4	100	20	20	20
5	101	16	16	16
6	110	12	12	12
7	111	8	8	8

$$PLC(axe)=[36-(PASET-Gdiv-Lcomb-\Delta sens)]/4$$

Utilizaremos un PLC de 2 (28db) el cual se informará a los móviles por medio del downlink.

De acuerdo a esto se tendrán las siguientes consideraciones

- SSACC.- Threshold de Intensidad de señal para acceder al canal de control

$$SSACC=4PLC$$

- SSREG.- Threshold de Intensidad de señal para registro al canal de control

$$SSREG=SSACC$$

- RESCAN.-Tiempo entre re-escaneo del canal de control

Puede ser de 0 a 15-900seg.

$$RESCAN=0 \text{ (no re-escanear)}$$

- SSB.- Intensidad de señal para bloqueo

Es una condición para bloquear un canal de voz disponible debido a interferencia

$$SSinterf > -118db + SSB$$

Para áreas urbanas SSB=12

Para áreas suburbanas SSB=8

Para áreas rurales SSB=8

- DCELL.- Celda de reintento direccionado

Define una celda de reintento diseccionado debido a un intento de acceso errado causado por congestión en el canal de voz

- BCELL.- Celda borde

Define todas las celdas localizadas en el borde de el sistema, y es usado cuando el sistema recibe una respuesta de voceo desconocida

6.4.2 Parámetros de voceo (paging)

- PLV.- Nivel de potencia inicial para acceder al canal de voz

Especifica el nivel de potencia inicial del móvil en un canal de voz o canal de tráfico digital, es enviado al móvil en la designación de canal de voz

$$PLV=PLC$$

- SSV.- Threshold de variación en la intensidad de señal en el canal de voz analógico

$$SSV=7(axe)$$

6.4.3 Parámetros de regulación del nivel de potencia

- PLVM.- Máximo nivel de potencia en el canal de voz

Especifica el máximo nivel de potencia de transmisión permitido en el canal de voz

$$PLVM=PLV$$

- SSI.-Threshold de intensidad de señal del móvil para incremento de potencia

El sistema incrementará la potencia del móvil cuando $SS < SSI$

Considerando que:

Nivel de SS (axe) = nivel de fondo - nivel de interferencia cocanal urbano + mínima relación C/I o 3% BER + margen de desvanecimiento por multitrayectorias

$$\text{Nivel de SS (axe)} = 118 - 104 + 17 + 5 = 36$$

$$\text{SSI} = 36(\text{axe})$$

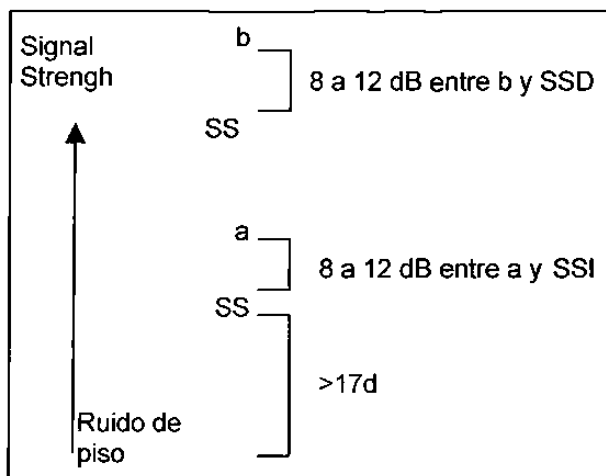


Figura 30. Ventana de potencia

A la diferencia entre SSI y SSD se le conoce como ventana de control del nivel de potencia

- **SSD**.- Threshold de intensidad de señal del móvil para decremento de potencia

El sistema decrementará la potencia del móvil cuando $SS > SSD$

Para analógico $SSD = SSI + 10\text{db}$

Para digital $SSD = SSI + 8\text{db}$

6.4.4 Parámetros de handoff de llamadas analógicas

- **SSH**.- Threshold de intensidad de señal para petición de Handoff

El sistema iniciará una petición de localización cuando $SS < SSH$. Este parámetro se define para cada celda

$$SSH = SSI + 1/2(SSD - SSI) + 1$$

El 1db es para prevenir interferencia debido a incremento de potencia

- CIH.-Relación portadora a interferencia para iniciar una petición de handoff analógica

El sistema iniciará una petición de localización para handoff cuando:

$CIH > SS$ del móvil/ $SS_{interferencia}$. Usualmente C/I es 17db, por seguridad agregamos un margen de 3db

$$CIH=20$$

- SNH.- relación Señal a ruido para iniciar una petición de handoff analógica

El sistema mide constantemente S/N en el SAT, e iniciará una petición de Handoff cuando $SNH > SS_{portadora}/SS_{Ruido}$, como $C/I=17$ corresponde a $S/N=27db$, agregamos 3db como margen de seguridad.

$$SNH=30$$

- SSMIN.-Mínima intensidad de señal aceptable para aceptar petición de handoff analógica

Previene erróneo handoff a celdas candidatas incorrectas especificando la mínima intensidad de señal durante la localización para calificar a celulas vecinas como candidatas a handoff

$$Ssmóvil > SSmin$$

$$SSMIN=10$$

- SSHYP.-Histéresis positiva de intensidad de señal

Especifica la diferencia de intensidad de señal en db para calificar a una Ncell o Nocell como una celda handoff, previniendo handoff ping-pong.

Permite handoff si la SS de la Ncell es SSHYP mayor que SS medida de la celda servidor.

$$SSHYP=3db$$

- SSHYN.- Histéresis negativa de intensidad de señal

Especifica la diferencia de intensidad de señal en db para calificar a una Ncell o Nocell como una celda handoff.

Permite handoff si la SS de la Ncell es SSHYN menos que SS medida de la celda servidor.

SSHYP=3db

- SUH.-Supresión de petición de handoff

Controla la relación a la cual se acepta la petición de handoff por el MSC en segundos

Areas urbanas SUH=7
Areas suburbanas SUH=10
Areas rurales SUH=15

- NCELL.- celda vecina

Define las celdas vecinas para localización (a/d) o reselección de canal digital de control

NCELL=hasta 12 celdas

- NOCELL.-Define las celdas vecinas que pertenecen a una central co-operante para localización (a/d) o reselección de canal digital de control

NOCELL=hasta 12 celdas

- OCELL.-Celda vecina externa

Es igual que NCELL pero permitiendo el handoff de regreso

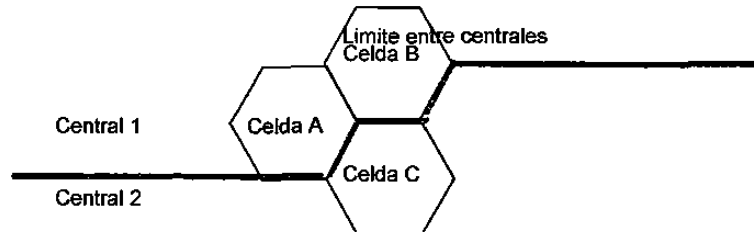


Figura 31. Límite entre centrales

Desde el punto de vista de Exch 2 celda C, la celda A es definida como NOCELL, y desde el punto de vista de Exch 1 celda A, se define:

- celda B NCELL y también puede ser DCELL
- celda C NOCELL
- celda C OCELL porque se define NOCELL desde la celda C
- celda C BCELL

Otros parámetros de handoff de llamadas digitales:PSMB, PSVB, SSMIN, REATIME, SSHYP, DIGITAL HO ALGORITM, terminación de llamada, SNR, etc.

Tabla 7. Datos generales de los sitios

ID del Sitio	Sector	Configuración de la Antena	Tipo de antena Tx	Down tilt (grados)	Potencia (dbm)	Pérdidas del Feeder (db)	Ganancia de la Antena (dbi)	EIRP (dbm)	Grupo de frecuencias	Tipo de Rbs	Número de Trx's	Longitud del feeder (m)	Altura de la antena (m)	Azimuth (grados)	MTRACS
FIME1	A	TX/RX/RX	DB563	0	40	0.5	16.5	45.28 A1		884 3X20 30w	20	36	30	65 0 - 3	
	B	TX/RX/RX	DB563	0	40	0.5	16.5	45.28 A2			20	36	30	185 4 - 7	
	C	TX/RX/RX	DB563	0	40	0.5	16.5	45.28 A3			20	36	30	305 8 - 11	
FIME2	A	TX/RX/RX	DB563	0	40	0.5	16.5	45.28 B1		884 3X20 30w	20	36	30	65 12 - 15	
	B	TX/RX/RX	DB563	0	40	0.5	16.5	45.28 B2			20	36	30	185 16 - 19	
	C	TX/RX/RX	DB563	0	40	0.5	16.5	45.28 B3			20	36	30	305 20 - 23	
FIME3	A	TX/RX/RX	DB563	0	40	0.5	16.5	45.28 C1		884 3X20 30w	20	36	30	65 24 - 27	
	B	TX/RX/RX	DB563	0	40	0.5	16.5	45.28 C2			20	36	30	185 28 - 31	
	C	TX/RX/RX	DB563	0	40	0.5	16.5	45.28 C3			20	36	30	305 32 - 35	
FIME4	A	TX/RX/RX	DB563	0	40	0.5	16.5	45.28 D1		884 3X20 30w	20	36	30	65 36 - 39	
	B	TX/RX/RX	DB563	0	40	0.5	16.5	45.28 D2			20	36	30	185 40 - 43	
	C	TX/RX/RX	DB563	0	40	0.5	16.5	45.28 D3			20	36	30	305 44 - 47	
FIME5	A	TX/RX/RX	DB563	0	40	0.5	16.5	45.28 E1		884 3X20 30w	20	36	30	65 48 - 51	
	B	TX/RX/RX	DB563	0	40	0.5	16.5	45.28 E2			20	36	30	185 52 - 55	
	C	TX/RX/RX	DB563	0	40	0.5	16.5	45.28 E3			20	36	30	305 56 - 59	
FIME6	A	TX/RX/RX	DB563	0	40	0.5	16.5	45.28 F1		884 3X20 30w	20	36	30	65 60 - 63	
	B	TX/RX/RX	DB563	0	40	0.5	16.5	45.28 F2			20	36	30	185 64 - 67	
	C	TX/RX/RX	DB563	0	40	0.5	16.5	45.28 F3			20	36	30	305 68 - 71	
FIME7	A	TX/RX/RX	DB563	0	40	0.5	16.5	45.28 G1		884 3X20 30w	20	36	30	65 72 - 75	
	B	TX/RX/RX	DB563	0	40	0.5	16.5	45.28 G2			20	36	30	185 76 - 79	
	C	TX/RX/RX	DB563	0	40	0.5	16.5	45.28 G3			20	36	30	305 80 - 83	

Para Sistema AMPS y DAMPS
 Grid 7/21 Orientación: 65°, 186°, 305°
 Distancia entre celdas: 2.5 km
 Centro del Cluster: FIME1 lat.25° 41' 7.9" long.100° 18' 46.5"
 Se asignaron las frecuencias en sentido de las manecillas del reloj
 para l=2 y i=1
 Se asigna un rango de direcciones MTRACS para 1 radio digital. Los Mtracs son el equipo de codificación de voz

Tabla 8. Parámetros del sitio

Site Name		FINE 1		884		RES Type		SID		24580							
Home MSC		MSC 1				SID		Shls		1							
EXM		MSC1															
Sector		PA Typ	W	ERR	Dir	Downhill	ICCTYPE	Locales	R In	R Out	ICID	CC GROUP	VC GROUP				
A		dBm	33.48	dBm	65	ANAO/G	ANAO/G	FINE/ACO	FINE/ACO	FINE/ACO		A1	A1				
B		dBm	33.48	dBm	185	ANAO/G	ANAO/G	FINE/BCO	FINE/BCO	FINE/BCO		A2	A2				
C		dBm	33.48	dBm	305	ANAO/G	ANAO/G	FINE/CCO	FINE/CCO	FINE/CCO		A3	A3				
Sector		PLC	PLV	PLVM	SSD	SSI	SSMIN	SSB	SSREG	SSACC	SSDJF	SSDIH	SSDIL	MAXPOWER	POWER	FIT	TXATT
ANA		2	2	2	48	36	8	18	18	18	0	23	10	448	383	EF	37
DIG		2	2	2	48	36	10	18	18	18	0	23	10	448	383	EF	37
ANA		MAC	NPC	RESCAN	SSH	SUH	CH	SSV	SNH	SNR	DCC	BAT	SCOL				
DIG		21	21	21	40	5	18	6	28	14	1	1	1				
		HYREG	SSSEL	BURST	PSMB	PSVB	HOIST	REXTIME	MCHNR	DVCC							
		5	16	NORMAL	35	38	0	355	355	1							
Sector		PLC	PLV	PLVM	SSD	SSI	SSMIN	SSB	SSREG	SSACC	SSDJF	SSDIH	SSDIL	MAXPOWER	POWER	FIT	TXATT
ANA		2	2	2	48	36	8	18	18	18	0	23	10	448	383	EF	37
DIG		2	2	2	48	36	10	18	18	18	0	23	10	448	383	EF	37
ANA		MAC	NPC	RESCAN	SSH	SUH	CH	SSV	SNH	SNR	DCC	BAT	SCOL				
DIG		21	21	21	40	5	18	6	28	14	1	1	1				
		HYREG	SSSEL	BURST	PSMB	PSVB	HOIST	REXTIME	MCHNR	DVCC							
		5	16	NORMAL	35	38	0	360	360	1							
Sector		PLC	PLV	PLVM	SSD	SSI	SSMIN	SSB	SSREG	SSACC	SSDJF	SSDIH	SSDIL	MAXPOWER	POWER	FIT	TXATT
ANA		2	2	2	48	36	8	18	18	18	0	23	10	448	383	EF	37
DIG		2	2	2	48	36	10	18	18	18	0	23	10	448	383	EF	37
ANA		MAC	NPC	RESCAN	SSH	SUH	CH	SSV	SNH	SNR	DCC	BAT	SCOL				
DIG		21	21	21	40	5	18	6	28	14	1	1	1				
		HYREG	SSSEL	BURST	PSMB	PSVB	HOIST	REXTIME	MCHNR	DVCC							
		5	16	NORMAL	35	38	0	360	360	1							
ICELL	NTYPE	SSHY	MODE	INOCCELL	INTYPE	ISSHY	MODE	INOCCELL	INTYPE	ISSHY	MODE	INOCCELL	INTYPE	ISSHY	MODE	EXM	ICID
FINE/B	standard	315	std/6g	FINE/A	standard	315	std/6g	FINE/A	standard	315	std/6g	FINE/A	standard	315	std/6g		
FINE/C	standard	315	std/6g	FINE/B	standard	315	std/6g	FINE/B	standard	315	std/6g	FINE/B	standard	315	std/6g		
FINE/C	standard	315	std/6g	FINE/C	standard	315	std/6g	FINE/C	standard	315	std/6g	FINE/C	standard	315	std/6g		
DCELL	FINE/B	FINE/C	FINE/B	FINE/C	FINE/A	FINE/C	FINE/A	FINE/A	FINE/C	FINE/A	FINE/C	FINE/A	FINE/B	FINE/A	FINE/B		
BCELL																	

Tabla 9. Datos de diseño de celda sector A

Cell ID: FIME1A

CRI	EM	TOS-POS	PCMF:TS	CARRIER	CHM TYPE	MBSSEQ	MCC	MDCC	MVC	MDVC	MLOC	MVER	RLT(VOICE PATH)			RLT(SIGNAL PATH)			CHAN. NUMB.	MBLT						
													ALM1	RLTIN	RLTOUT	TS	CTC2A	RLTIN			RLTOUT	TS				
A	1	a:1		1	MCC	0	0							0	1	10	2	0	16	334	0	atcc1				
A	4	a:3	1:1	2	MDVC	24		0	0	1 y 2				0	1	10	21	0	10	20	355	1	1	atcc1		
A	5	a:5	1:2	3	MVC	32			1					0	2	10	25	0	10	24	376	2	2	atcc1		
A	3	a:7	1:3	4	MVC	16			2					0	3	10	29	4	10	28	387	3	3	atcc1		
A	1	a:8			MLOC	1					0							2	1	11	8			4	atcc1	
A	4	a:8			MVER	25						0						5	1	11	12				5	atcc1
A	8	d:1	1:11	5	MVC/MCC	56	1		3					0	11	13	1	9	0	13	0	418	11	6	atcc1	
A	6	d:3	1:12	6	MVC/MVER	41			4			1		0	12	13	5	7	1	13	4	439	12	7	atcc1	
A	5	d:5	1:13	7	MVC	35			5					0	13	13	9	6	3	13	8	460	13	8	atcc1	
A	6	d:7	1:14	8	MVC/MLOC	42			6		1			0	14	13	13	7	2	13	12	481	14	9	atcc1	
B	10	f:1	2:1	9	MVC	64			7					16	1	26	1	18	0	26	0	502	33	0	atcc2	
B	11	f:3	2:2	10	MVC	72			8					16	2	26	5	19	0	26	4	523	34	1	atcc2	
B	12	f:5	2:3	11	MVC	80			9					16	3	26	9	20	0	26	8	544	35	2	atcc2	
B	13	f:7	2:4	12	MVC	88			10					16	4	26	13	21	0	26	12	565	36	3	atcc2	
B	13	g:1	2:13	13	MVC	90			11					16	13	27	17	21	2	27	16	566	45	4	atcc2	
B	14	g:3	2:14	14	MVC	98			12					16	14	27	21	22	2	27	20	607	46	5	atcc2	
B	15	g:5	2:15	15	MVC	104			13					16	15	27	25	23	0	27	24	628	47	6	atcc2	
B	16	g:7	2:17	16	MVC	112			14					16	17	27	29	24	0	27	28	649	48	7	atcc2	
B	12	k:1	2:26	17	MVC	82			15					16	26	29	1	20	2	29	0	739	58	8	atcc2	
B	11	k:3	2:27	18	MVC	75			16					16	27	29	5	19	3	29	4	754	59	9	atcc2	
A	8	a:2	1:4	19	MVC	59			17					0	4	11	1	9	3	11	0	775	4	10	atcc1	
A	4	a:4	1:5	20	MVC	27			18					0	5	11	5	5	3	11	4	796	5	11	atcc1	

Tabla 10. Datos de diseño de celda sector B

Cell ID: FIME1B

CRI	EM	TOB/POS	FCM/TS	CARRIER	CHM. TYPE	MSECC	MCC	MDCC	MVC	MDVC	MLOC	MVER	RLT(VOICE PATH)		RLT(SIGNAL PATH)		CHAN. NUMB.	MBLT	
													IN	OUT	IN	OUT			
A	2	b:1		1	MCC	8	2							3	0	11	16	341	0 atcc1
A	5	b:3	1:8	2	MDVC	33		2	19	3 y 4			0	6	11	20	20	382	1 atcc1
A	6	b:5	1:7	3	MVC	40			20				0	7	11	24	383	7	2 atcc1
A	4	b:7	1:8	4	MVC	28			21				0	8	11	28	404	8	3 atcc1
A	2	b:8			MLOC	1					2				2	1	5		4 atcc1
A	5	b:8			MVER	25						2				1	12		5 atcc1
A	8	d:2	1:21	5	MVC/MCC	57	3		22				0	21	15	0	425	21	6 atcc1
A	7	d:4	1:22	6	MVC/MVER	49			23			3	0	22	15	4	446	22	7 atcc1
A	7	d:8	1:23	7	MVC	50			24				0	23	15	8	487	23	8 atcc1
A	3	d:8	1:24	8	MVC/MLOC	19			25		3		0	24	15	12	488	24	9 atcc1
B	14	f:2	2:5	9	MVC	96			26				16	5	26	16	509	37	0 atcc2
B	10	f:4	2:6	10	MVC	65			27				16	6	28	20	530	38	1 atcc2
B	11	f:8	2:7	11	MVC	73			28				16	7	28	24	551	39	2 atcc2
B	12	f:8	2:8	12	MVC	81			29				16	8	28	28	572	40	3 atcc2
B	17	g:2	2:18	13	MVC	120			30				16	18	28	0	593	50	4 atcc2
B	10	g:4	2:19	14	MVC	67			31				16	19	28	4	614	51	5 atcc2
B	10	g:6	2:20	15	MVC	68			32				16	20	28	8	635	52	6 atcc2
B	14	g:8	2:21	16	MVC	99			33				16	21	28	12	658	53	7 atcc2
B	15	k:2	2:28	17	MVC	106			34				16	28	29	16	719	60	8 atcc2
B	16	k:4	2:29	18	MVC	114			35				16	29	29	20	740	61	9 atcc2
A	8	b:2	1:9	19	MVC	60			36				0	9	12	16	761	9	10 atcc1
A	2	b:4	1:10	20	MVC	11			37				0	10	12	20	782	10	11 atcc1

Cell ID: FIME1C

Tabla 11. Datos de diseño de celda sector C

CRI	EM	TCR/POS	PCW/TS	CARRIER	CHM. TYPE	MBCEQ	MCC	MDCC	MVC	MDVC	MLOC	MVER	IN	RLT(SIGNAL PATH)			CHAN NUMB.	MBLT	
														OUT	IN	OUT			
A	3	c:1		1	MCC	17	4						4	1	13	16	348	0	atccc1
A	6	c:3	1:15	2	MDVC	43		4	38	5	6		21	13	3	20	369	15	1atccc1
A	7	c:5	1:17	3	MVC	48			39				25	13	0	24	390	17	2atccc1
A	5	c:7	1:18	4	MVC	36			40				29	13	4	28	411	18	3atccc1
A	3	c:6			MLOC	18					4				2	14	24		4atccc1
A	6	c:8			MVER	44						4			7	4	28		5atccc1
A	7	e:1	1:25	5	MVC/MCC	51	5		41				17	15	3	15	432	25	6atccc1
A	8	e:3	1:26	8	MVC/MVER	58			42			5	21	15	2	20	453	26	7atccc1
A	2	e:5	1:27	7	MVC	10			43				25	15	3	24	474	27	8atccc1
A	7	e:7	1:28	8	MVC/MLOC	52			44		5		29	15	4	28	495	28	9atccc1
B	13	e:2	2:9	9	MVC	89			45				1	9	27	0	516	41	0atccc2
B	14	e:4	2:10	10	MVC	87			46				5	10	27	4	537	42	1atccc2
B	10	e:6	2:11	11	MVC	66			47				9	11	27	8	558	43	2atccc2
B	11	e:8	2:12	12	MVC	74			48				13	12	27	12	579	44	3atccc2
B	13	h:1	2:22	13	MVC	91			49				17	13	21	16	600	54	4atccc2
B	14	h:3	2:23	14	MVC	100			50				21	13	3	20	621	55	5atccc2
B	15	h:5	2:24	15	MVC	105			51				25	13	4	28	642	56	6atccc2
B	16	h:7	2:25	16	MVC	113			52				29	13	1	28	663	57	7atccc2
B	15	h:2	2:30	17	MVC	108			53				1	30	4	30	726	62	8atccc2
B	17	h:4	2:31	18	MVC	122			54				5	30	2	4	728	63	9atccc2
A	1	c:2	1:18	19	MVC	2			55				17	14	2	14	747	19	10atccc1
A	4	c:4	1:20	20	MVC	28			56				21	14	4	20	768	20	11atccc1

CAPITULO 7

DISEÑO DE MSC

7.1 Descripción General

La central celular tiene como objetivo el procesamiento de las llamadas y demás servicios de conmutación para interactuar con las demás redes como la red telefónica pública conmutada.

Se instalará una central celular MSC (Mobile Switching Center) Ericsson Modelo "MSC 5000" constituida en su totalidad de material compacto, configurada para aplicaciones con altas demandas de capacidad y funcionalidad, basada en el procesador central APZ 212 30, practica BYB 501 y software CMS8800 versión 5.0.

Capacidad aproximada que puede manejar la central:

Usuarios celulares móvil (25mErlang/usuario) = 164,000 usuarios activos

Usuarios celulares fijos (100 mErlang/usuario) = 76,000 usuarios activos

La capacidad real del MSC 5000 dependerá del perfil de tráfico de la red.

La central celular MSC consiste de dos partes principales: parte fija y parte flexible.

La parte fija consiste de seis gabinetes, además de cableado externo entre gabinetes por lo cual el plano de instalación debe cumplirse correctamente.

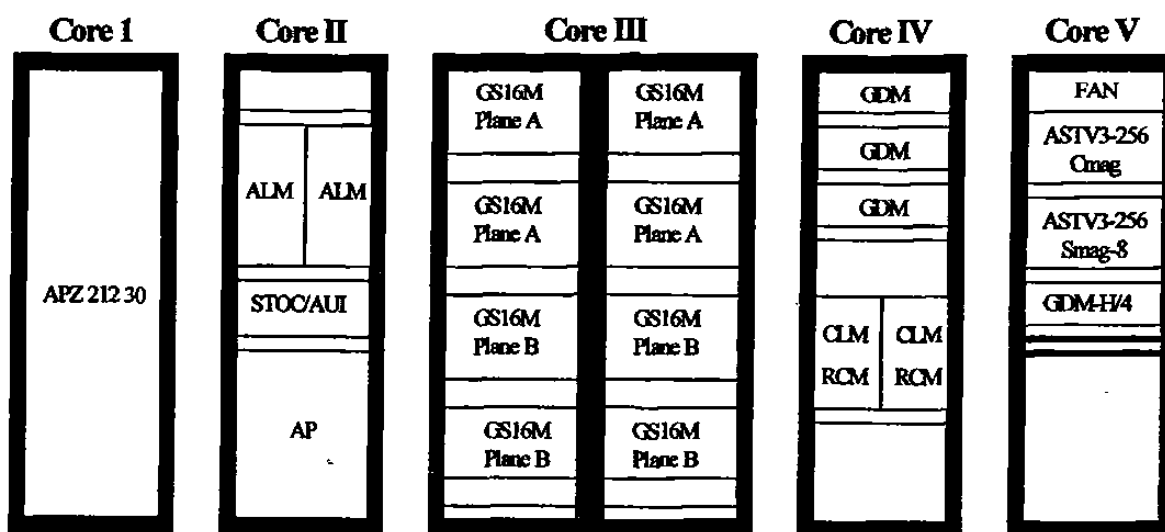


Figura 32. Hardware parte fija del MSC

7.1.1 Descripción del Hardware parte fija

7.1.1.1 MSC 5000 parte fija gabinete I

Consiste de un gabinete BYB 501 el cual contiene: el procesador central APZ 212 30, 512 Mword de memoria estandar, almacén de programas y datos/referencias, 16 buses seriales y 4 paralelos para los procesadores regionales (RP), 1 unidad de mantenimiento (MAU) y dos RPHMs (regional processor handler magazines) como interfase a los buses de los RP's.

7.1.1.2 MSC 5000 parte fija gabinete II

Es un doble gabinete el cual contiene es procesador adjunto (AP) y hardware de interfase requerido.

7.1.1.3 MSC 5000 parte fija gabinete III

64k Enhanced Group switch. Cuatro magazines de 16k por plano.

7.1.1.4 MSC 5000 parte fija gabinete IV

Magazines GDM los cuales contienen lo siguiente:

- 2 code senders (CSKD), dispositivos 2x32

- 2 code answers (CAT), canales 2x32
- 2 key set code receivers (KRDD), dispositivos 2x32
- 3 tone check devices (TCD), dispositivos 3x32
- 2 conference call devices (CCD), canales 2x32
- 1 Test telephone access board (TTA)
- 1 ETC para conectar el TTA
- 8 procesadores regionales para conectar el selector de grupo (RPG2)
- módulos de reloj (CLM) como entrada de reloj al selector de grupo. Se incluyen una referencia de reloj (RCM) y tarjetas de entrada de reloj (ICB).

7.1.1.5 MSC 5000 parte fija gabinete V

- 1 Terminal de servicio de anuncios (ASTV3-256), 256 canales.
- 1 Magazín de dispositivos genéricos (GDM) conteniendo 16 unidades plug in con conexiones para interfaces DL2.

Se usará la versión que maneja la ley-A como compresión.

7.1.2 Descripción del Hardware parte flexible

La parte flexible está compuesta de un número de gabinetes equipados completamente, cuya clasificación es de dos tipos: gabinete de tráfico y gabinete digital.

7.1.2.1 Gabinete de tráfico E1

Maneja 6 magazines GDM con los siguientes plug in:

-98 exchange terminal circuits (ETC) para emplearse en conexiones al MSC, Rbs, HLR, correo de voz.

-7 RP's para el selector de grupo (RPG2), cada uno puede calcular algoritmos de autenticación, 4 enlaces C7 o 8 enlaces de control a Rbs.

GDM
GDM
GDM
GDM
GDM
GDM
GDM
GDM

Figura 33. Gabinete de tráfico

7.1.2.2 Gabinete Digital

- 3 magazines transcodificadores, 64 TRA, que proveen 3x64 dispositivos transcodificadores en la tarjeta TRAB2.1, la cual soporta los algoritmos vocoder VSELP y ACELP.
- 1 Magazín cancelador de eco (ECP 404), que provee 512 canales conectados en el selector de grupo.

FAN
64 TRA (64 x 3 CH)
64 TRA (64 x 3 CH)
64 TRA (64 x 3 CH)
ECP404

Figura 34. Gabinete digital

Para operar en la parte flexible se requieren:

- mínima capacidad = 1 gabinete de tráfico y 1 de digital
- máxima capacidad = 6 gabinete de tráfico y 12 de digital

Para nuestro proyecto emplearemos:

- Parte fija: completa (gabinetes I, II, III, IV y V)
- Parte flexible:
 - 4 gabinetes de tráfico = 392 E1's
 - 4 gabinetes de tráfico digital = 12 gabinetes ITRA-EM = 768 transcoders y 4 canceladores de eco equivalentes a 1810 erlangs.

7.2 Cobertura

La introducción de esta central controlará el servicio celular de la zona centro de la ciudad a emplear en nuestro proyecto.

7.2.1 Mapa de cobertura de la central

Se indica en un mapa urbano la zona en la cual todas las radiobases a instalar o instaladas actualmente pertenecerán o pertenecen a esta central.

7.3 Ubicación de la central

La dirección de la central será la misma que la de la radiobase FIME01

7.4 Interconexión con la RTPC

El MSC operará en conexión con la red telefónica pública conmutada a fin de tener acceso a todos los servicios que puede brindar.

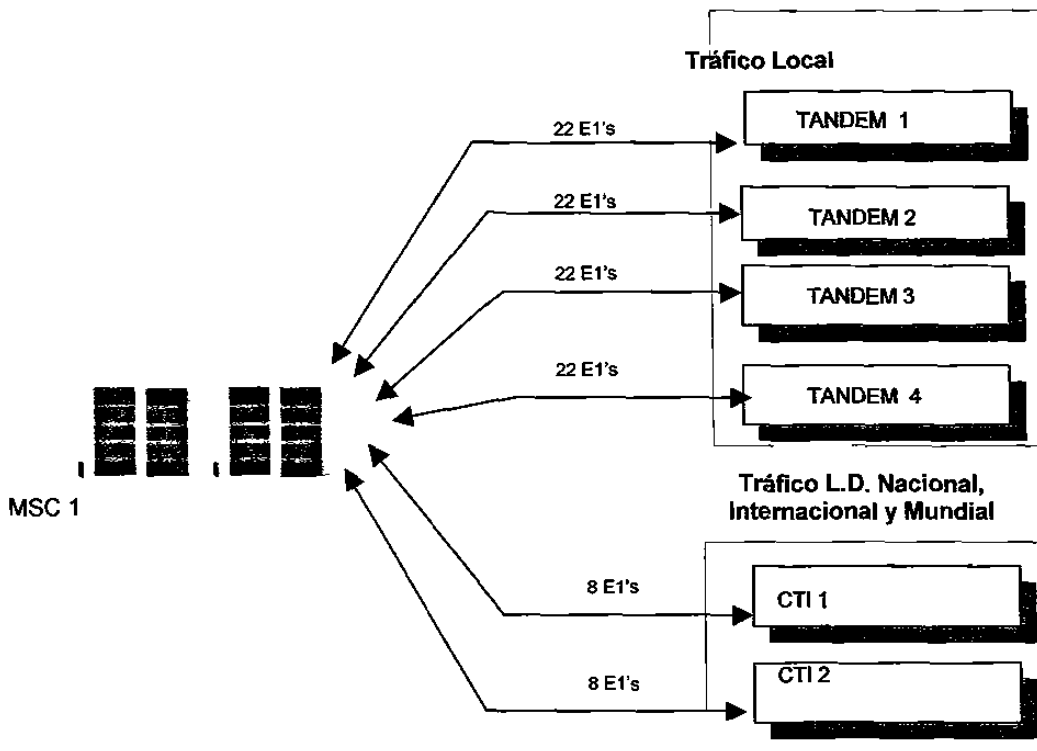


Figura 35. Interconexión con la RTPC

7.4.1 Rutas entrantes-salientes-bidireccionales

Tabla 12. Enlaces MSC I- TANDEM 1

RUTA TDO/I	Sistemas Bidireccionales																					TOTAL	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		21
MSC I-TD1-MSC I	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	660

Tabla 13. Enlaces MSC I- TANDEM 2

RUTA TDO/I	Sistemas Bidireccionales																					TOTAL	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		21
MSC I-TD2-MSC I	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	660

Tabla 14. Enlaces MSC I- TANDEM 3

RUTA TDO/I	Sistemas Bidireccionales																					TOTAL	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		21
MSC I-TD3-MSC I	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	660

Tabla 15. Enlaces MSC I- TANDEM 4

RUTA TDO/I	Sistemas Bidireccionales																					TOTAL	
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20		21
MSC I-TD4-MSC I	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	660

Tabla 16. Enlaces MSC I – CTI 1

RUTA LDO/I	Sistemas Bidireccionales								TOTAL
	0	1	2	3	4	5	6	7	
MSC I-LD-MSC I	30	30	30	30	30	30	30	30	240

Tabla 17. Enlaces MSC I – CTI 2

RUTA LDO/I	Sistemas Bidireccionales								TOTAL
	8	9	10	11	12	13	14	15	
MSC I-LD- MSC I	30	30	30	30	30	30	30	30	240

7.4.2 Asignación de BTR's

Tabla 18. Btr's

Sistema	Ruta	Número de circuitos	
		salientes	entrantes
BTR2D4-0	TD1	1 - 15 , 17-31	1 - 15 , 17-31
BTR2D4-1	TD1	33 - 47 , 49-63	33 - 47 , 49-63
BTR2D4-2	TD1	65 - 79 , 81-95	65 - 79 , 81-95
BTR2D4-3	TD1	97 - 111 , 113-127	97 - 111 , 113-127
BTR2D4-4	TD1	129 - 143 , 145-159	129 - 143 , 145-159
BTR2D4-5	TD1	161 - 175 , 177-191	161 - 175 , 177-191
BTR2D4-6	TD1	193 - 207 , 209-223	193 - 207 , 209-223
BTR2D4-7	TD1	225 - 239 , 241-255	225 - 239 , 241-255
BTR2D4-8	TD1	257 - 271 , 273-287	257 - 271 , 273-287
BTR2D4-9	TD1	289 - 303 , 305-319	289 - 303 , 305-319
BTR2D4-10	TD1	321 - 335 , 337-351	321 - 335 , 337-351
BTR2D4-11	TD1	353 - 367 , 369-383	353 - 367 , 369-383
BTR2D4-12	TD1	385 - 399 , 401-415	385 - 399 , 401-415
BTR2D4-13	TD1	417 - 431 , 433-447	417 - 431 , 433-447
BTR2D4-14	TD1	449 - 463 , 465-479	449 - 463 , 465-479
BTR2D4-15	TD2	481 - 495 , 497-511	481 - 495 , 497-511
BTR2D4-16	TD2	513 - 527 , 529-543	513 - 527 , 529-543
BTR2D4-17	TD2	545 - 559 , 561-575	545 - 559 , 561-575
BTR2D4-18	TD2	577 - 591 , 593-607	577 - 591 , 593-607
BTR2D4-19	TD2	609 - 623 , 625-639	609 - 623 , 625-639
BTR2D4-20	TD2	641 - 655 , 657-671	641 - 655 , 657-671
BTR2D4-21	TD2	673 - 687 , 689-703	673 - 687 , 689-703
BTR2D4-22	TD2	705 - 719 , 721-735	705 - 719 , 721-735

BTR2D4-23	TD2	737 - 751 , 753-767	737 - 751 , 753-767
BTR2D4-24	TD2	769 - 783 , 785-799	769 - 783 , 785-799
BTR2D4-25	TD2	801 - 815 , 817-831	801 - 815 , 817-831
BTR2D4-26	TD2	833 - 847 , 849-863	833 - 847 , 849-863
BTR2D4-27	TD2	865 - 879 , 881-895	865 - 879 , 881-895
BTR2D4-28	TD2	897 - 911 , 913-927	897 - 911 , 913-927
BTR2D4-29	TD2	929 - 943 , 945-959	929 - 943 , 945-959
BTR2D4-30	TD3	961 - 975 , 977-991	961 - 975 , 977-991
BTR2D4-31	TD3	993 - 1007 , 1009-1023	993 - 1007 , 1009-1023
BTR2D4-32	TD3	1025 - 1039 , 1041-1055	1025 - 1039 , 1041-1055
BTR2D4-33	TD3	1057 - 1071 , 1073-1087	1057 - 1071 , 1073-1087
BTR2D4-34	TD3	1089 - 1103 , 1105-1119	1089 - 1103 , 1105-1119
BTR2D4-35	TD3	1121 - 1135 , 1137-1151	1121 - 1135 , 1137-1151
BTR2D4-36	TD3	1153 - 1167 , 1169-1183	1153 - 1167 , 1169-1183
BTR2D4-37	TD3	1185 - 1199 , 1201-1215	1185 - 1199 , 1201-1215
BTR2D4-38	TD3	1217 - 1231 , 1233-1247	1217 - 1231 , 1233-1247
BTR2D4-39	TD3	1249 - 1263 , 1265-1279	1249 - 1263 , 1265-1279
BTR2D4-40	TD3	1281 - 1295 , 1297-1311	1281 - 1295 , 1297-1311
BTR2D4-41	TD3	1313 - 1327 , 1329-1343	1313 - 1327 , 1329-1343
BTR2D4-42	TD3	1345 - 1359 , 1361-1375	1345 - 1359 , 1361-1375
BTR2D4-43	TD3	1377 - 1391 , 1393-1407	1377 - 1391 , 1393-1407
BTR2D4-44	TD3	1409 - 1423 , 1425-1439	1409 - 1423 , 1425-1439
BTR2D4-45	TD4	1441 - 1455 , 1457-1471	1441 - 1455 , 1457-1471
BTR2D4-46	TD4	1473 - 1487 , 1489-1503	1473 - 1487 , 1489-1503
BTR2D4-47	TD4	1505 - 1519 , 1521-1535	1505 - 1519 , 1521-1535
BTR2D4-48	TD4	1537 - 1551 , 1553-1567	1537 - 1551 , 1553-1567
BTR2D4-49	TD4	1569 - 1583 , 1585-1599	1569 - 1583 , 1585-1599
BTR2D4-50	TD4	1601 - 1615 , 1617-1631	1601 - 1615 , 1617-1631
BTR2D4-51	TD4	1633 - 1647 , 1649-1663	1633 - 1647 , 1649-1663
BTR2D4-52	TD4	1665 - 1679 , 1681-1695	1665 - 1679 , 1681-1695
BTR2D4-53	TD4	1697 - 1711 , 1713-1727	1697 - 1711 , 1713-1727
BTR2D4-54	TD4	1729 - 1743 , 1745-1759	1729 - 1743 , 1745-1759
BTR2D4-55	TD4	1761 - 1775 , 1777-1791	1761 - 1775 , 1777-1791
BTR2D4-56	TD4	1793 - 1807 , 1809-1823	1793 - 1807 , 1809-1823
BTR2D4-57	TD4	1825 - 1839 , 1841-1855	1825 - 1839 , 1841-1855
BTR2D4-58	TD4	1857 - 1871 , 1873-1887	1857 - 1871 , 1873-1887

BTR2D4-59	TD4	1889 - 1903 , 1905-1919	1889 - 1903 , 1905-1919
BTR2D4-60	TD5	1921 - 1935 , 1937-1951	1921 - 1935 , 1937-1951
BTR2D4-61	TD5	1953 - 1967 , 1969-1983	1953 - 1967 , 1969-1983
BTR2D4-62	TD5	1985 - 1999 , 2001-2015	1985 - 1999 , 2001-2015
BTR2D4-63	TD5	2017 - 2031 , 2033-2047	2017 - 2031 , 2033-2047
BTR2D4-64	TD5	2049 - 2063 , 2065-2079	2049 - 2063 , 2065-2079
BTR2D4-65	TD5	2081 - 2095 , 2097-2111	2081 - 2095 , 2097-2111
BTR2D4-66	TD5	2113 - 2127 , 2129-2143	2113 - 2127 , 2129-2143
BTR2D4-67	TD5	2145 - 2159 , 2161-2175	2145 - 2159 , 2161-2175
BTR2D4-68	TD5	2177 - 2191 , 2193-2207	2177 - 2191 , 2193-2207
BTR2D4-69	TD6	2209 - 2223 , 2225-2239	2209 - 2223 , 2225-2239
BTR2D4-70	TD6	2241 - 2255 , 2257-2271	2241 - 2255 , 2257-2271
BTR2D4-71	TD6	2273 - 2287 , 2289-2303	2273 - 2287 , 2289-2303
BTR2D4-72	TD6	2305 - 2319 , 2321-2335	2305 - 2319 , 2321-2335
BTR2D4-73	TD6	2337 - 2351 , 2353-2367	2337 - 2351 , 2353-2367
BTR2D4-74	TD6	2369 - 2383 , 2385-2399	2369 - 2383 , 2385-2399
BTR2D4-75	TD6	2401 - 2415 , 2417-2431	2401 - 2415 , 2417-2431
BTR2D4-76	TD6	2433 - 2447 , 2449-2463	2433 - 2447 , 2449-2463
BTR2D4-77	TD6	2465 - 2479 , 2481-2495	2465 - 2479 , 2481-2495
BTR2D4-78	.	.	.
BTR2D4-79	.	.	.

7.5 Direcciones Globales

Tabla 19. Direcciones globales

SITIO	RUTA	RADIOBASE	EM/CRI	TW	MVC		MCC		MLOC		RILTS		DIP		MBCEQ		MDCC		MDVC		MVER		CTC	RFTL	ALM			
					DE	A	DE	A	DE	A	DE	A	DE	A	DE	A	DE	A	DE	A	DE	A						
NL001	FIME1	SITIO 1	1	0	0	31	0	7	0	7	0	15	0	15	0	31	0	7	0	31	0	2	0	2	0	1		
			2		32	63			16	31	1	33	63	64	127							2	5					
NL002	FIME2	SITIO 2	1	1	64	95	8	15	32	47	2	65	95	128	191	8	15	32	63	3	5	6	9	3	5	2	3	
			2		96	127			48	63	3	97	127	192	255							8	11					
NL003	FIME3	SITIO 3	1	2	128	159	16	23	64	79	4	129	159	256	319	16	23	64	95	6	8	12	15	6	8	4	5	
			2		160	191			80	95	5	161	191	320	383							14	17					
NL004	FIME4	SITIO 4	1	3	192	223	24	31	96	111	6	193	223	384	447	24	31	96	127	9	11	18	21	9	11	6	7	
			2		224	255			112	127	7	225	255	448	511							20	23					
NL005	FIME5	SITIO 5	1	4	256	287	32	39	128	143	8	257	287	512	575	32	39	128	159	12	14	24	27	12	14	8	9	
			2		288	319			144	159	9	289	319	576	639							26	29					
NL006	FIME6	SITIO 6	1	5	320	351	40	47	160	175	10	321	351	640	703	40	47	160	191	15	17	30	33	15	17	10	11	
			2		352	383			176	191	11	353	383	704	767							32	35					
NL007	FIME7	SITIO 7	1	6	384	415	48	55	192	207	12	385	415	768	831	48	55	192	223	18	20	36	39	18	20	12	13	
			2		416	447			208	223	13	417	447	832	895							38	41					

CRI GABINETE DE INTERFACE DE RADIO

TW INTERFACE TYPE WRITER

MVC DISPOSITIVO DE CANAL DE VOZ ANALOGICO

MCC DISPOSITIVO DE CANAL DE CONTROL ANALOGICO

MLOC DISPOSITIVO LOCALIZADOR ANALOGICO

RILTS DISPOSITIVO DE CONEXIONES SEMIPERMANENTES

DIP TRAYECTORIA DIGITAL

MBLT TRONCAL BIDIRECCIONAL DE LINEA MOVIL

MBCEQ NUMERO DE DISPOSITIVO

MDCC DISPOSITIVO DE CANAL DE CONTROL DIGITAL

MDVC DISPOSITIVO DE CANAL DE TRAFICO DIGITAL

MVER DISPOSITIVO LOCALIZADOR DIGITAL

CTC DISPOSITIVO DE COMBINADORES

RFTL DISPOSITIVO DE PRUEBAS

ALM DISPOSITIVO DE ALARMAS

7.6 Esquemas de vías de tráfico

Los distintos esquemas de vías de tráfico se describen en la siguientes figuras.

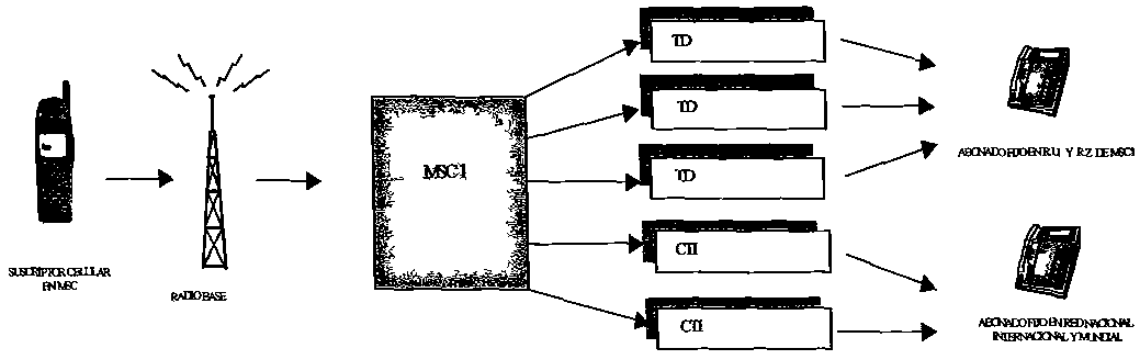


Figura 36. Caso de tráfico originado por un teléfono celular y terminado en la rtpc

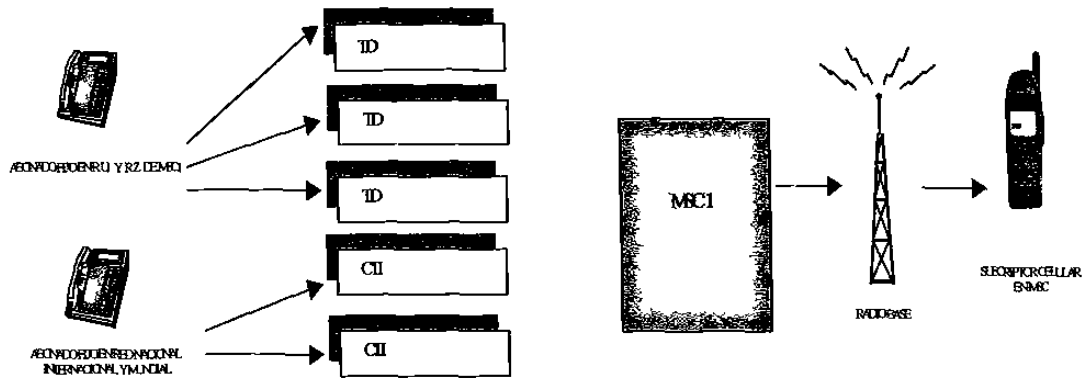


Figura 37. Caso de tráfico originado en la rtpc y terminado en un teléfono celular

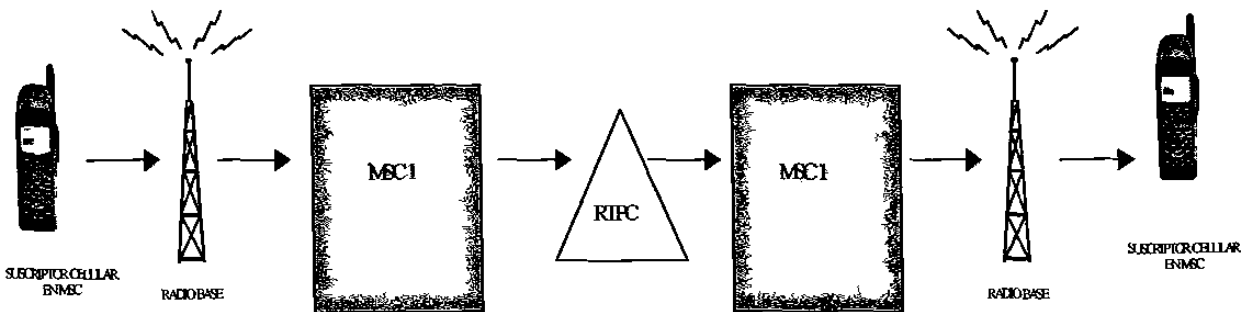


Figura 38. Caso de tráfico originado en un teléfono celular y terminado en un teléfono celular

7.7 Series asignadas

Se asignan series para el MSC la cual se usan un rango para números dinámicos, y mensajes en espera.

7.8 Servicios especiales de red telefónica pública conmutada

Tabla 20. Servicios especiales de la RTPC

SERVICIO ESPECIAL	DESCRIPCIÓN
030	Hora exacta
040	Asistencia de directorio nacional
050	Atención de clientes sobre reparación de líneas telefónicas y cambios de aparatos
060	Servicios Policiacos
070	Información de Gobierno y Emergencias
080	Emergencia cobertura nacional

7.9 Proceso de marcación y señalización

Este proceso de marcación es definido por la Cofetel. Se incluyen datos de numeración solo como referencia.

Tabla 21. Tráfico fijo-celular No CPP

Abonado "A" Fijo en:	SUSCRIPTOR "B" CELULAR CON No. DE	MARCACIÓN	SEÑALIZACIÓN	
			IDEN. DE "A"	NUMERO DE "B"
Red Urbana Cd. de MTY	Cd. de MTY	8 DÍGITOS: No. SUSCRIPTOR	7 DÍGITOS	8 DÍGITOS SERIES CELULARES BANDA "B"
Red Nacional	Cd. de MTY	10 DÍGITOS 01+C.L.+No. SUSCRIPTOR	8 DÍGITOS	8 DÍGITOS SERIES CELULARES BANDA "B"
Red Internacional	Cd. de MTY	N DÍGITOS 00+C.L.+No. SUSCRIPTOR	8 DÍGITOS	8 DÍGITOS SERIES CELULARES BANDA "B"

Tabla 22. Tráfico fijo-celular CPP

Abonado "A" Fijo en:	SUSCRIPTOR "B" CELULAR CON No. DE	MARCACIÓN	SEÑALIZACIÓN	
			IDEN. DE A	NUMERO DE "B"
Red Urbana Cd. de MTY	Cd. de MTY	11 DÍGITOS: 044+No. SUSCRIPTOR	8 DÍGITOS	044+ 8 DÍGITOS SERIES CELULARES BANDA "B"

Tabla 23. Tráfico celular-fijo

ABONADO "A" CELULAR CON No. DE:	SUSCRIPTOR "B" FIJO EN:	MARCACIÓN	SEÑALIZACIÓN	
			IDEN. DE A	NUMERO DE "B"
Cd. de MTY	Red Urbana Cd. De MTY	8 DÍGITOS: No. SUSCRIPTOR	8 DÍGITOS SERIES CELULARES BANDA "B"	8 DÍGITOS No. ABONADO
	Resto de la red nacional	8 DÍGITOS ó 10 DÍGITOS 01+C.L.+No. SUSCRIPTOR	8 DÍGITOS SERIES CELULARES BANDA "B"	13 DÍGITOS 01+123+8 DIGITOS
	Red Internacional	N DÍGITOS 00+NI.	8 DÍGITOS SERIES CELULARES BANDA "B"	N DÍGITOS 00+123+NI.
	Red Mundial	N DÍGITOS 00 + NI	8 DÍGITOS SERIES CELULARES BANDA "B"	N DÍGITOS 00+123+NI
	Servicios especiales	0X0 DONDE: X=1,2,.....9	8 DÍGITOS SERIES CELULARES BANDA "B"	3 DÍGITOS 0X0

Tabla 24. Tráfico celular banda "b"- celular banda "a"

CELULAR BANDA "A" CON NUMERO EN:	CELULAR BANDA "B" CON NUMERO EN:	MARCACIÓN	SEÑALIZACIÓN	
			IDEN. DE A	NUMERO DE "B"
Cd. de MTY	Red Urbana Cd. de MTY	8 DÍGITOS: No. SUSCRIPTOR	8 DÍGITOS No. ABONADO	8 DÍGITOS SERIES CELULARES BANDA "B"

Tabla 25. Tráfico celular banda "a"- celular banda "b"

CELULAR BANDA "A" CON NUMERO EN:	CELULAR BANDA "B" CON NUMERO EN:	MARCACIÓN	SEÑALIZACIÓN	
			IDEN. DE A	NUMERO DE "B"
Cd. de MTY	Red Urbana Cd. de MTY	11 DÍGITOS: 044+No. SUSCRIPTOR	8 DÍGITOS No. ABONADO	11 DÍGITOS SERIES CELULARES BANDA "A"

7.10 Interconexión de la central celular con Rb's

Para el caso de instalar una nueva central se cargan los datos de las radiobases nuevas, en caso de instalar una nueva central junto con otra existente se cargarán también los datos de aquellas radiobases a migrar de la vieja central a la nueva.

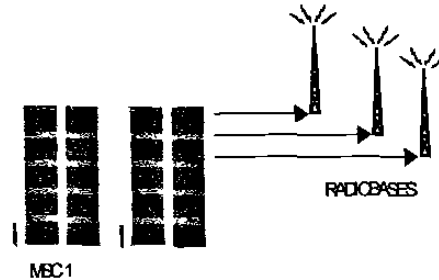


Figura 39. Diagrama de interconexión MSC-Rb's

Tabla 26. Asignación de almacenes MBLT

SISTEMA	NOMBRE RADIO BASE	ID	No. DE CIRCUITOS		MTX DE ORIGEN
MBLT- 0	FIME 1	NLF1	1 - 15	17 - 31	MTY
MBLT- 1	FIME 1	NLF1	33 - 47	49 - 63	MTY
MBLT- 2	FIME 2	NLF2	65 - 79	81 - 95	MTY
MBLT- 3	FIME 2	NLF2	97 - 111	113 - 127	MTY
MBLT- 4	FIME 3	NLF3	129 - 143	145 - 159	MTY
MBLT- 5	FIME 3	NLF3	161 - 175	177 - 191	MTY
MBLT- 6	FIME 4	NLF4	193 - 207	209 - 223	MTY
MBLT- 7	FIME 4	NLF4	225 - 239	241 - 255	MTY
MBLT- 8	FIME 5	NLF5	257 - 271	273 - 287	MTY
MBLT- 9	FIME 5	NLF5	289 - 303	305 - 319	MTY
MBLT- 10	FIME 6	NLF6	321 - 335	337 - 351	MTY
MBLT- 11	FIME 6	NLF6	353 - 367	369 - 383	MTY
MBLT- 12	FIME 7	NLF7	385 - 399	401 - 415	MTY
MBLT- 13	FIME 7	NLF7	417 - 431	433 - 447	MTY
MBLT- 14			449 - 463	465 - 479	MTY
MBLT- 15			481 - 495	497 - 511	MTY
MBLT- 16			513 - 527	529 - 543	MTY
MBLT- 17			545 - 559	561 - 575	MTY
MBLT- 18			577 - 591	593 - 607	MTY
MBLT- 19			609 - 623	625 - 639	MTY
MBLT- 20			641 - 655	657 - 671	MTY
MBLT- 21	673 - 687	689 - 703	MTY

7.11 Interconexión de la central celular con otras centrales

Los enlaces de señalización C7 llevarán los servicios de: Roaming Nacional, Prepago, TUP, Handoff entre centrales, mientras que los enlaces de señalización S7 llevan los servicios de Roaming Internacional y Mensajes Cortos.

Los dispositivos BT7 llevarán la voz para el establecimiento de llamadas entre centrales, establecimiento de llamadas de la R.T.P.C. (llamadas entrantes en MSC1) establecimiento de llamadas hacia el Buzón de Voz y las llamadas del indicador de mensajes en espera.

Para mantener las llamadas de una central a otra se utilizarán dispositivos MCELT's para soportar la función de Handoff entre centrales. En el caso de la señalización sea C7 ó S7 se utilizarán dos E₀ de cada tipo de señalización entre cada central.

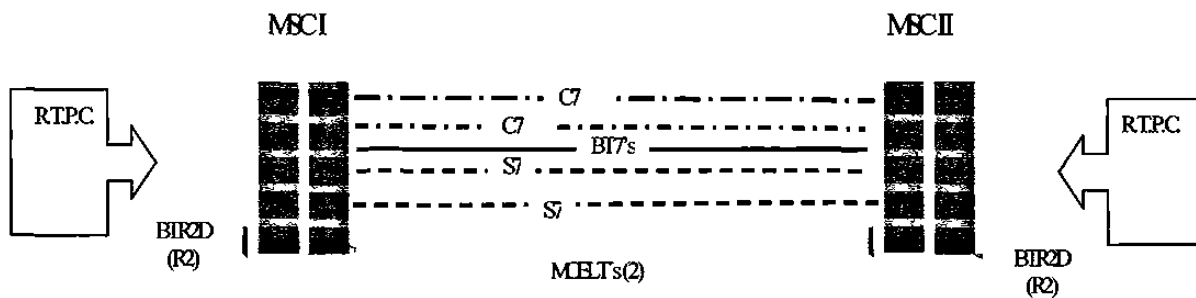


Figura 40. Mcelt's

Tabla 27. Bt7's

Sistemas	Descripción	Ruta	No. de Circuitos
BT7-0	Cel. MTY II- Cel. MTY I.	B7GU1D0/I	1-31
BT7-1	Cel. MTY II-Cel. MTY I.	B7GU1D0/I	33-63
BT7-2	Roaming Internac. MTY I	RIGU1S0/I	65
	Cel. MTY II-Cel. MTY I.	B7GU1D0/I	66-95
BT7-3	Roaming Internac. MTY I	RIGU1S0/I	97
	Cel. MTY II-Cel. MTY I.	B7GU1D0/I	98-127
BT7-4	Cel. MTY II-Cel. MTY I	B7GU1D0/I	129-157
BT7-5	Cel. MTY II-Cel. MTY I	B7GU1D0/I	161-191
BT7-6	Cel. MTY II-Cel. MTY I	B7GU1D0/I	193-223
BT7-7	Cel. MTY II-Cel. MTY I	B7GU1D0/I	225-255
BT7-8	Cel. MTY II-Cel. MTY I	B7GU1D0/I	257-287
BT7-9	MTY II-MTY I (TANDEM)	TDGU210/I	289-319
BT7-10	MTY II-MTY I (TANDEM)	TDGU210/I	321-351
BT7-11	MTY II- MTY I (TANDEM)	TDGU210/I	353-383
BT7-12	MTY II- MTY I (TANDEM)	TDGU210/I	385-415
BT7-13	MTY II- MTY I (TANDEM)	TDGU210/I	471-447
BT7-14	Buzón MTY I.	VMGU210/I	449-472
	No Cobro MTY II- MTY I.	NOCO210/I	473-479
BT7-15	Buzón MTY I.	VMGU210/I	481-504
	No Cobro MTY II- MTY I.	NOCO210/I	505-511
BT7-16	Telefonía Pública MTY I	PUBL210/I	513-543
BT7-17	Telefonía Pública MTY I	PUBL210/I	545-575
BT7-18	Telefonía Pública MTY I	PUBL210/I	577-607
BT7-19	Mensajes Cortos	GUEPO/I	609-639
BT7-20	Fingerprint	FINPRIO/I	641-671
BT7-21	STP		673-703
BT7-22	STP		705-735

Tabla 28. Mcelt's

Sistema	Descripción	Ruta	No. de Circuitos
MCELT- 0	Interchange Handoff MTY II-MTY I	IEG210/I	1-31
MCELT- 1	Interchange Handoff MTY II-MTY I	IEG210/I	33-64

7.12 Sincronía externa.

Al MSC I se asignarán cuatro puntos para la sincronización siendo el principal de ellos el de sincronía GPS.

7.13 Otros conceptos.

Además de estos conceptos necesarios para poner en funcionamiento la central, algunos otros más son indispensables tales como: la instalación de un HLR (home locator register) el cual contiene la base de datos de usuarios y sus conexiones con el MSC y otras redes, las alarmas, máquina de mensajes, información de la red de datos, funciones adicionales, funciones de software, marcación especial, conmutador, telefonía pública, interconexión de la central con la red roaming, roaming nacional, interconexión de la central celular con la red, roaming internacional, roaming internacional, mapa de roaming internacional, interconexión de la central celular con la red con buzón, buzón normal, tráfico saliente, servicio de abonados, datos generales de central, identificador de la central MSC.

CAPITULO 8

RADIOBASES (RB)

8.1 Descripción

La estación base está conectada al MSC y maneja la radiocomunicación con las estaciones móviles. Funciona como una estación de relevo para señales de datos y voz, supervisa la calidad de la radiotransmisión durante una llamada en progreso por medio del tono de supervisión de audio (SAT) y por la medición de la intensidad de las señales recibidas desde las estaciones móviles.

8.2 Arquitectura

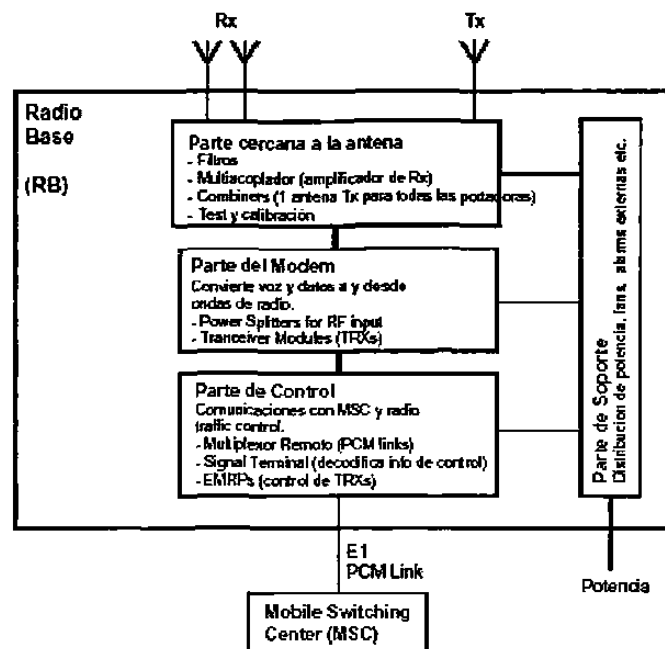


Figura 41. Diagrama a bloques

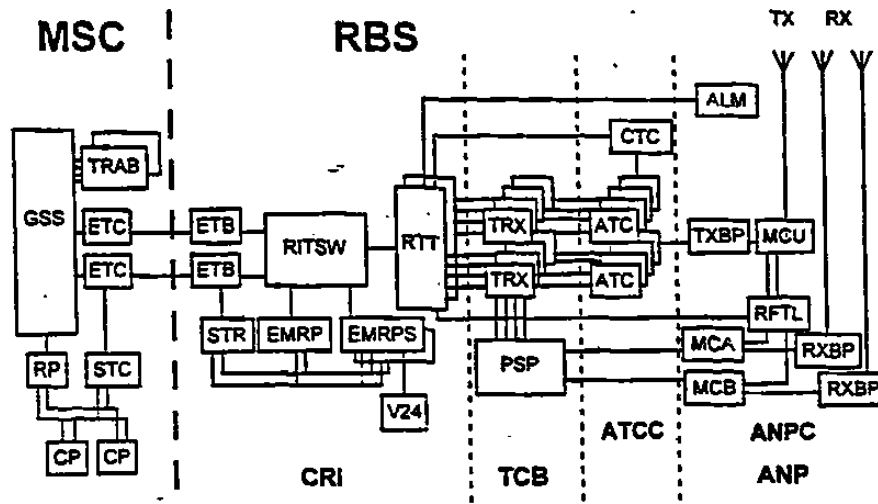


Figura 42. Estructura de la trayectoria de control y voz

8.3 Configuración

La configuración de las radiobases será de 3 sectores con 30 Watts de potencia, se eligió así debido a que en una zona de alto tráfico nos permite establecer un plan de frecuencias con mayor protección a interferencias al manejar grupos de 20 portadoras por sector.

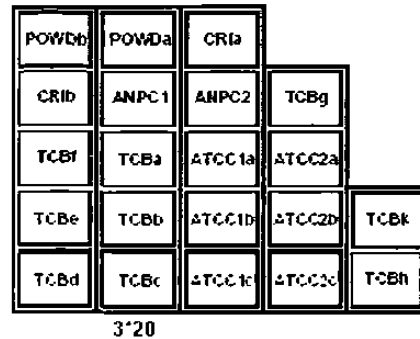


Figura 43. Configuración de gabinetes RBS 3x30 30w

Tabla 29. Características de la configuración

Portadora	Peso	Consumo de potencia	Corriente DC de alimentación a POWD(max.)
20	900 Kg	9.4 Kw.	200 A + 300 A

Estos datos son de el manual de ingeniería en el cual se han calculado los valores para cada configuración, ya que el peso es indispensable conocerlo para

calcular el peso total del equipo cuando el sitio se colocará en un segundo piso o en el techo de algún edificio. El consumo de potencia varía según la cantidad de radios (TRX) instalados es por eso que se utiliza el dato para la máxima configuración y así emplearlo para el cálculo de las pastillas y demás equipo de energía.

8.4 Descripción de Gabinetes

8.4.1 (CRI) Gabinete interface de radio y control

Maneja la comunicación con el MTX, controla los transreceptores (Trx) y algunos dispositivos del ANPC

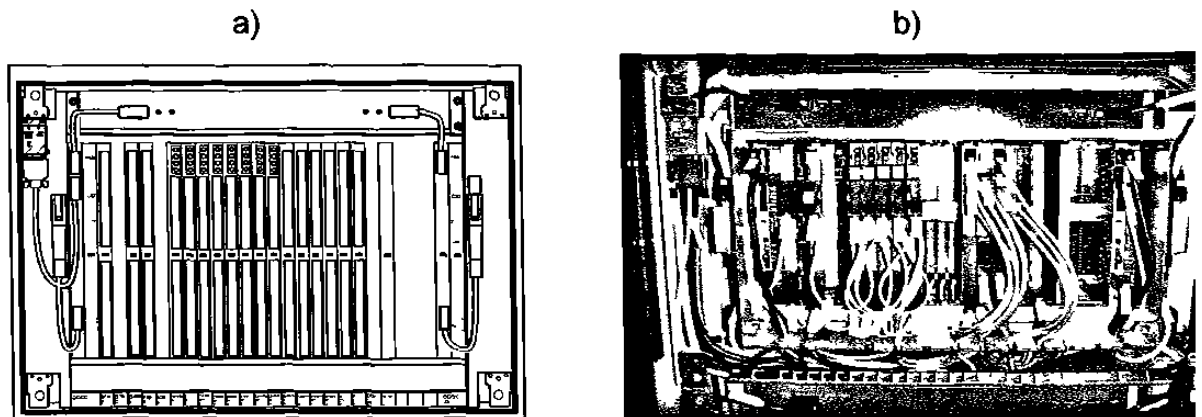


Figura 44. CRI a) esquema y b) fotografía

Equipo a instalar

- 2 ETB (tarjeta terminal de extensión)
- 1 STR (terminal regional de señalización)
- 1 EMRP (procesador regional de módulo de extensión)
- 1 RITSW (Interface remota de conmutación)
- 8 EMRPS (EMRP Interfaces bus de voz)
- 6 RTT (terminales de radiotransceptor)
- 2 DC/DC (convertidores)
- 1 FAN (unidad de ventilación)

8.4.2 (ANPC) Gabinete parte cercana a la antena

Es la interface de recepción y transmisión e incluye funciones asociadas como alarmas externas, pruebas y calibración. Tiene conexión para una sola antena de transmisión y el equipo necesario para un sector, por lo cual agregaremos un ANPC2 el cual tiene conexión para dos antenas de transmisión y el equipo necesario para dos sectores adicionales.

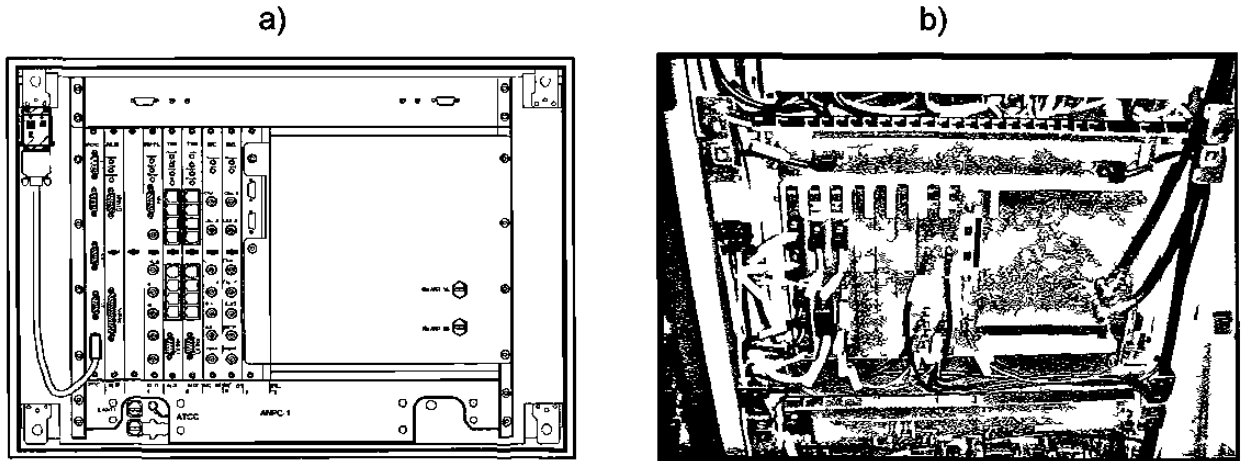


Figura 45. ANPC a) esquema y b) fotografía

Equipo a instalar:

- 1 POC (tarjeta de conexión de potencia)
- 1 ALM (Módulo de alarma)
- 1 RFTL (Loop de prueba de radiofrecuencia)
- 2 TIM (módulos de temporización)
- 2 MC (amplificadores multiacopladores)
- 1 TXBP (filtro pasabanda de Tx)
- 1 RXBP (filtro pasabanda de Rx)
- 1 MAU (Unidad de acoplamiento de mediciones)
- 1 FAN (unidad de ventilación)
- 3 Paneles vacíos

8.4.3 (ATCC) Gabinete de combinadores autosintonizables

Es utilizado para combinar las salidas de transmisión de los radios hacia una sola antena con un mínimo de pérdidas de inserción. Un ATCC1 puede combinar hasta 12 portadoras y junto con el ATCC2 hasta 24 portadoras hacia una sola antena.

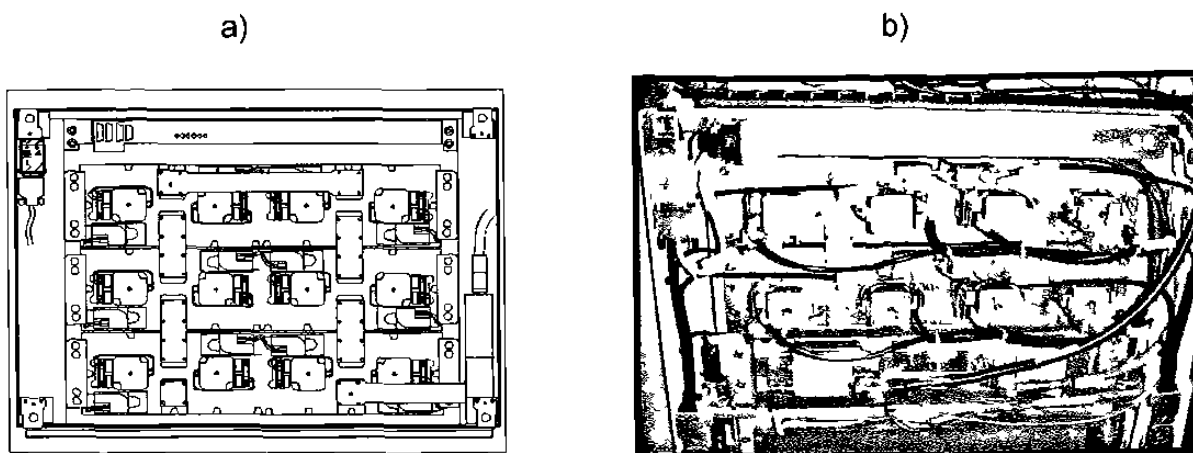


Figura 46. ATCC a) esquema y b) fotografía

Equipo a instalar:

- para el ATCC1
 - 3 QUAD de combinadores autosintonizables (ATC)
 - 1 CTC (Controlador de sintonía de combinadores)
 - 1 ATCC1 start set
- para el ATCC2
 - 3 QUAD de combinadores autosintonizables (ATC)
 - 1 CTC (Controlador de sintonía de combinadores)

8.4.4 (TCB) Gabinete de radios

Realiza funciones de módem convirtiendo señales de voz y datos en ondas de radio, tanto en transmisión como en recepción. Puede ser equipado con 16 Trx de 10W o hasta 8 Trx de 30 W ó 50W.

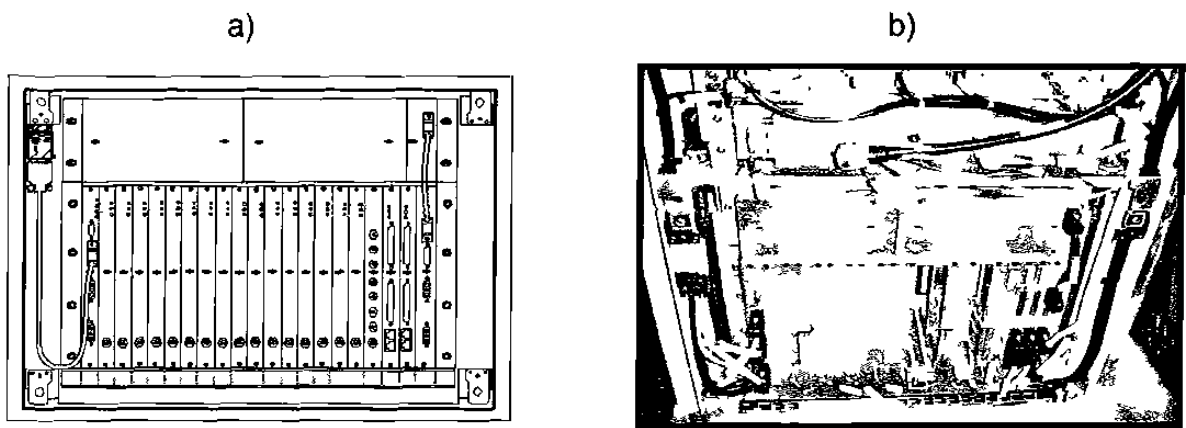


Figura 47. TCB a) esquema y b) fotografía

Equipo a instalar:

- 1 RF backplane
- 1 Digital backplane
- 1 DCON (conexión de datos)
- 2 PFCON (tarjetas para conexión de energía y ventilación)
- 2 FAN (unidad de ventilación)

8.4.5 (POWD) Gabinete de distribución de potencia

Sistema de distribución de potencia de CD que provee 24 VCD para alimentar al equipo de radio.

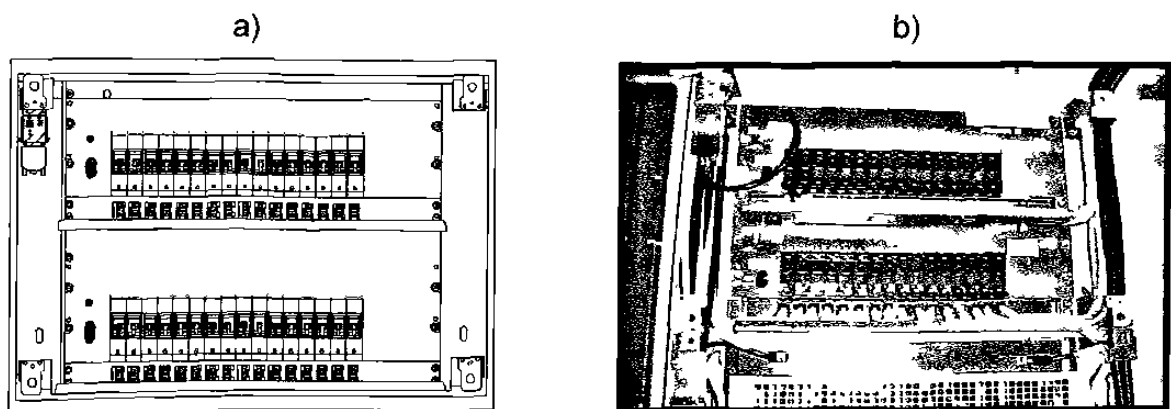


Figura 48. POWD a) esquema y b) fotografía

8.5 Datos técnicos

Tabla 30. Datos técnicos de la Rb 3x20 30 watts.

Descripción	Especificación
Número de Trx en cada sector	26 en cada sector (para sistemas analógico y digital el número incluye 2 Trx en cada sector los cuales se usan para mediciones de recepción y verificación)
Número de Trx en cada TCB	8 en cada gabinete
Número de portadoras	24 en cada sector
Características de transmisión	
Banda de frecuencia de transmisión	869-894 Mhz
Potencia en el feeder de la antena (sin atenuación)	+0.5db
Espacio de canal en el equipo combiner	
Modulación, modo analógico	<p>Tipo FM</p> <p>Desviación de frecuencia pico(voz)+-12 khz</p> <p>Wideband data +8 khz</p> <p>SAT +2 khz</p> <p>Distorsión armónica <2% a +-8khz DEV</p> <p>FM hum and noise<-34db below +-8khzDEV</p> <p>AM hum and noise<4db de portadora</p>
Modulación, modo digital	<p>Tipo pi/4-DQPSK</p> <p>Symbol rate 24.3 ksymbol/s</p> <p>Data rate 48.6kbit/s</p> <p>Canales de tráfico por portadora 3</p> <p>Vector error RMS <7</p>
Características de recepción	
Banda de frecuencias de recepción	824-849 Mhz
Espacio mínimo en cada canal de recepción en una celda	270 khz
Sensibilidad de recepción (desvanecimiento 8-100km/h, con diversidad, 3% BER)	-113db
Demodulación, modo analógico	<p>Tipo FM</p> <p>Desviación de frecuencia pico(voz) +-12 khz</p> <p>Wideband data +8 khz</p>

	SAT +2 khz Distorsión armónica <=2% a +-8khz DEV hum and noise>32db below +-8khzDEV
Demodulación, modo digital	Tipo pi/4-DQPSK Symbol rate 24.3 ksymbol/s Data rate 48.6kbit/s Canales de tráfico por portadora 3
Conexión PCM	
Conexión PCM CCITT E1	Bit Rate 2.048Mbts/s Conector de tarjeta 105 2603/02 Características eléctricas G.703
Formato	Formatos Alternate Mark Inversion(AMI) y B8ZS(supertrama y supertrama extendida soportadas, robbed signaling no usada)
Sincronía	Referencia Stratum 2
Fuente de energía	
Fuente de Voltaje DC	Nominal 27.2 V Operación normal 26.2 v a 27.4 v Safe function 21.7 v a 31.0 v
Unidades de consumo de potencia	18W (apagada), 127W(máximo)
Consumo de potencia, gabinetes completamente equipados	CRI 155W TCB(con 8 Trx) 1100W ANPC1 80W ANPC2 105W ANPC3 80W ATCC1 65W ATCC2 65W POWD 9W
Dimensiones y peso	
Dimensiones de gabinetes	Ancho 600 mm Alto 400 mm (gabinete sencillo) 1200 mm (gabinete triple) Profundidad 400 mm
Peso, unidades	Trx 2.0 Kg
Peso, gabinetes (completamente equipados)	CRI 35kg TCB 42W ANPC1 30W

	ANPC2 35W ANPC3 35W ATCC1 54W ATCC2 54W POWD 35W
Medio Ambiente	
Condiciones climáticas durante transporte	Temperatura: -40 °C -+70 °C Cambio de temperatura <=1°C/min Humedad relativa 5-100% Humedad absoluta <=35g/m ³ Tiempo <=3 meses
Condiciones climáticas durante almacenaje	Temperatura: -25°C-+ 60°C Cambio de temperatura <=0.5°C/min Humedad relativa 5-95% Humedad absoluta <=29g/m ³ Tiempo <=12 meses
Condiciones climáticas durante operación normal	Temperatura: +5°C-+ 40°C Cambio de temperatura <=0.5°C/min Humedad relativa 15-80% Humedad absoluta 1-20g/m ³
Condiciones mecánicas durante transporte y almacenaje	Vibración sinusoidal Vibración aleatoria (ASD) Shock mecánico Presión de aire
Condiciones mecánicas durante operación normal	Vibración sinusoidal Vibración aleatoria (ASD) Shock mecánico Presión de aire
EMC	
Emisión electromagnética	
Inmunidad electromagnética, enclosure	

8.6 Sistema de antenas

Se realiza la selección del sistema de antenas dependiendo de la cantidad de sectores, antenas por sector y la configuración del equipo. Además se calcula la

distancia a la que se deben separar las antenas al instalarse para obtener ganancia por diversidad.

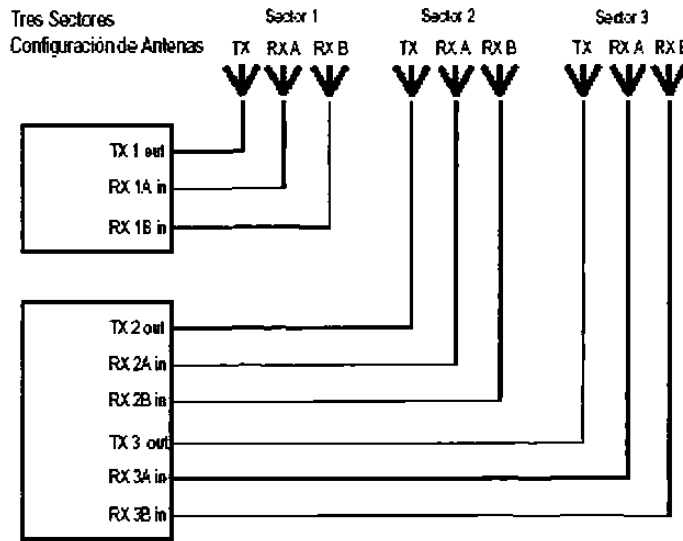


Figura 49. Configuración de antenas

Tabla 31. Configuración de antenas soportada por la Rb.

# de Sectores	# de Antenas	Diversidad	Duplex
3	3Tx y 6Rx	Espacio	Si
	3Trx/Rx y 3Rx	Espacio	no

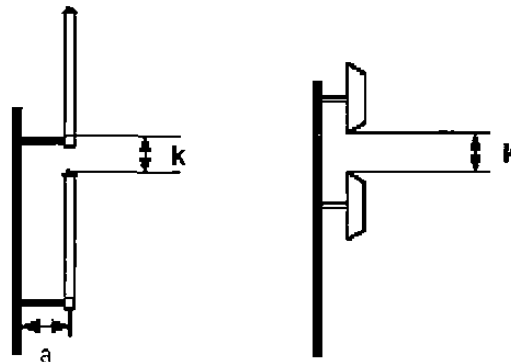


Figura 50. Aislamiento Vertical

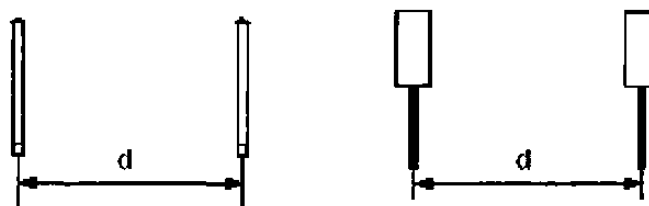


Figura 51. Aislamiento Horizontal

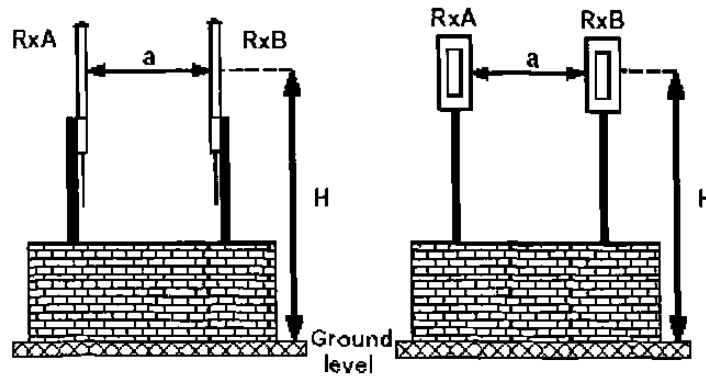


Figura 52. Diversidad

8.7 Estructuras de soporte de antenas

Para la elección correcta de el soporte de las antenas se realizan cálculos considerando la cantidad de antenas a instalar, el peso de cada una de las antenas y demás equipo sobre la torre, y además se toman en cuenta las características del sitio considerando:

a) para sitios en los cuales las antenas se colocarán sobre un edificio se considera:

- el edificio da la altura necesaria generalmente se utiliza un soporte tipo mástil para cada antena (altura menor o igual a 6mts).
- si las antenas se colocarán sobre un edificio en el cual se necesita mayor altura se utiliza un soporte tipo arriostrada (alturas más de 6mts).

b) para sitios donde no se cuenta con un edificio se considera como elemento principal la altura a la cual deberán ir las antenas y la zona donde se ubican, empleando para zonas urbanas monopolos y para rurales autoportadas o alturas mayores.



Figura 53. Torre autoportada

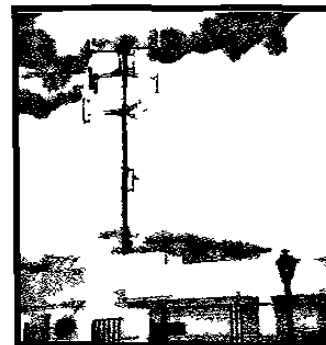


Figura 54. Torre Monopolo

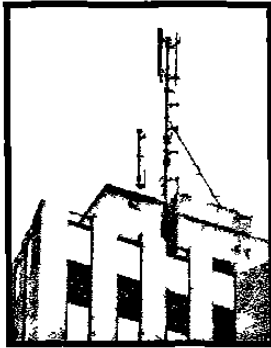


Figura 55. Soporte Mástil



Figura 56. Torre arriostrada

Las torres autoportadas se implementan cuando el área o terreno disponible para desplantarse es mínimo y básicamente se componen de:

- estructura principal tubular triangular: la conforman las piernas, cerramientos horizontales, cerramientos diagonales, cerramientos secundarios, placas de union de cerramientos diagonales y secundarios, diafragmas y tornilleria.
- escaleras de ascenso y descenso: piernas, tramos de escalera, I mixta, jota, placa de union de escalera, angulo y solera para sujeción de escalera con cruces de diagonales, varillas roscadas y tornilleria.
- kit de seguridad o línea de vida: cable tipo retenida, herraje superior e inferior, placas de seguridad, tensor de ojillo, separador de cable de seguridad, abrazaderas, placa de union de escalera.
- cama de guia de ondas vertical y horizontal: tramos de cama de guía de onda, I mixta, jota, I reforzada, placa de sujeción en mástil de cuspide, placa de union de escalera, curva vertical de cama de guia de onda, curva horizontal de cama de guia de onda, herraje de sujecion de mensula, casco giratorio, abrazaderas, poste soporte tipo universal y tornilleria.
- plataforma de trabajo: plataforma de trabajo, tubos de 3" de diametro, ced. 40, l= 3mts. incluye abrazaderas para colocación de soportes en plataforma para colocar antenas, base para plataforma y tornilleria y herrajes para su correcta instalación.
- sistema de protección contra descargas atmosfericas: pararrayos dipolo ep-d con mastil de duraluminio de 3m, cable de 2/0 de cobre forrado thw,

abrazaderas metalicas sin fin, electrodo profesional parres para la fosa de descarga con relleno especial ep-tr, agregado electrolitico y soldadura cadwell.

- sistema de iluminación o balizamiento nocturno: faro beacon en la punta y cuatro lamparas de obstrucción (2 a la mitad y dos a $\frac{3}{4}$ de la torre) certificados ante la sct con mica roja, fotocelda de control, cableado correspondiente para su correcta instalación y controlador alarmado.

- pintura o balizamiento diurno: pintura acrilica o látex base agua o poliuretano en colores naranja y blanco. Se aplica conforme a norma internacional, 7 franjas, 4 naranjas y tres blancos, siempre se inicia con naranja y se termina con naranja.

- aterrizaje de la torre: soldar con cable cadwell de 2/0 de cobre forrado a cada una de las piernas de la torre y con soldadura cadwell aterrizarlas al sistema de tierras.

- sistema profesional de tierra: es un arreglo de electrodos, conductores, materiales intensificadores, rellenos especiales, agregados electroliticos, y difusores que basados en normas internacionales para su diseño y por medio de memorias de calculo, considerando el análisis y criterios correspondientes, lograr obtener un sistema que sea capaz de reducir la resistencia a tierra cubriendo un área en específico, asegurando que el valor de la resistencia a tierra sera el mismo en cualquier punto de la malla, pudiendo de esta manera que la disipación de las descargas sea la maxima, evitando cualquier diferencia de potencial, y que el riesgo de daño al personal, equipo y/o sistema, disminuya.

Factores que intervienen para fabricarla:

- ubicacion geografica del sitio
- altura de la torre y area existente para su instalacion
- velocidad de vientos (region)
- cargas que soportara la estructura (micro ondas,etc.)
- altura de las cargas sobre la torre
- cantidad de lineas de transmision y su diametro.
- accesorios y ubicacion sobre la torre

- normatividad que aplica para su calculo y diseño
- memoria de calculo estructural y de cimentacion
- análisis estructural
- galvanizado en caliente

La cimentación o anclaje u obra civil necesaria para desplantar una torre auto soportada es de suma importancia, ya que de esta depende la seguridad de la torre, sobre todo el momento de volteo y su resistencia a las fuerzas que presentan las cargas que soporta la torre (resistencia al viento) y del peso de toda la estructura.

Para el cálculo de la cimentacion, se necesitan de los resultados de la mecánica de suelo del area donde se instalara la torre con el objeto de efectuar los cálculos mas realistas posibles y en congruencia con las características del terreno.

Una vez seleccionado el sistema de antenas se escogen los tipos de feeder y jumpers de acuerdo a la banda de frecuencias y a la distancia a emplear.

Tabla 32. Feeder y cables jumper

Tipo de Feeder	Atenuación 800 MHz
LCF ½"	7.2 dB/100m
LCF 7/8"	4.0 dB/100m
LCF 1-1/4"	3.0 dB/100m
LCF1-5/8"	2.5 dB/100m

Utilizaremos el tipo de feeder LCF 7/8"

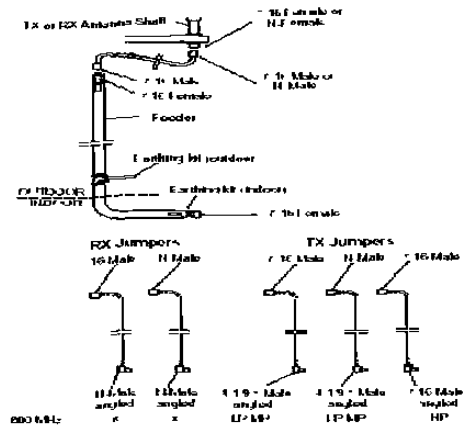


Figura 57. Ejemplos de jumpers

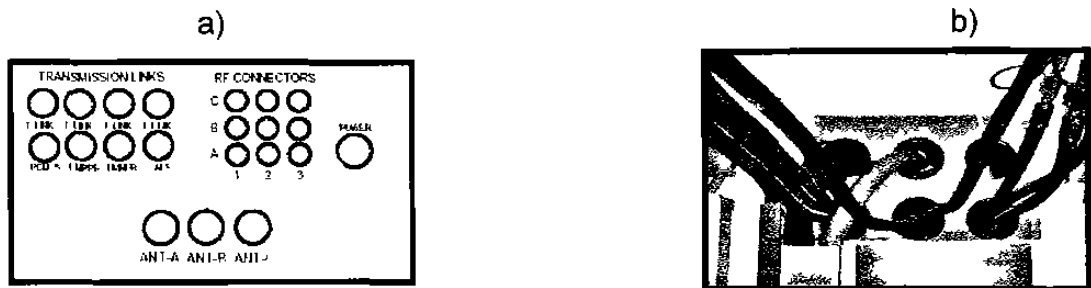


Figura 58. Entrada de cables al contenedor a) esquema y b) fotografía

8.8 Sistema de tierras y protección contra descargas

Los soportes deben contar con dispositivos de protección contra descargas atmosféricas u otras cargas electroestáticas, a fin de proteger las instalaciones del sistema.

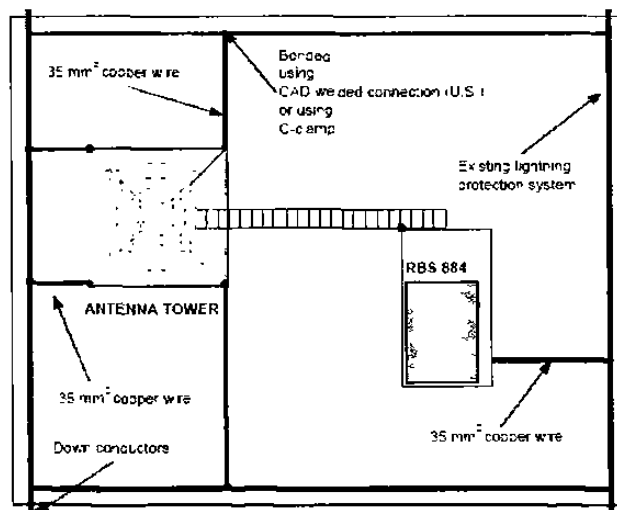


Figura 59. Sistema de tierras exterior



Figura 60. Electrodo

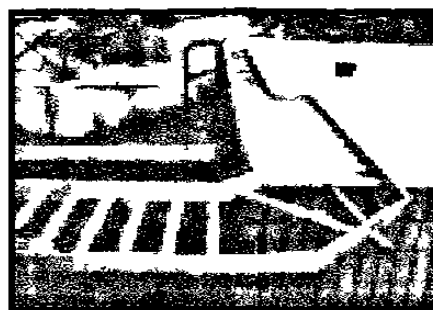


Figura 61. Cama de feeders

Se empleará un pararrayos Parres el cual concentra el gradiente de potencial existente en la atmosfera por medio de un toroide excitador que se encuentra en su punta, el cual se carga constantemente al potencial circundante y define de esta forma la incidencia sobre la punta de su barra de descarga. Consta también de un anillo equipotencial, que en conjunto con el toroide, permiten regular la dirección de los iones existentes entre el canal original de ionización por medio del campo magnetico que se forma entre ellos y, por lo tanto, regulan el radio de alcance del pararrayo. Algunas especificaciones son:

- ángulo de protección substancial de 71 grados
- corriente máxima de diseño de 40,000 amperes
- conductividad máxima de diseño de 99.99%
- contrucción en duraluminio.
- barra de descarga de 16 mm. de diametro.
- Anillo equipotencial de 9 mm. de diametro.
- longitud total de 1.8 mts.
- mástil de duraluminio de 3, 6, 9, 12 y 18 metros de longitud.

El área de protección equivale a un cono, cuyo radio es tres veces la altura del pararrayo. Para aumentar la altura, se puede conseguir un mástil para el pararrayos.

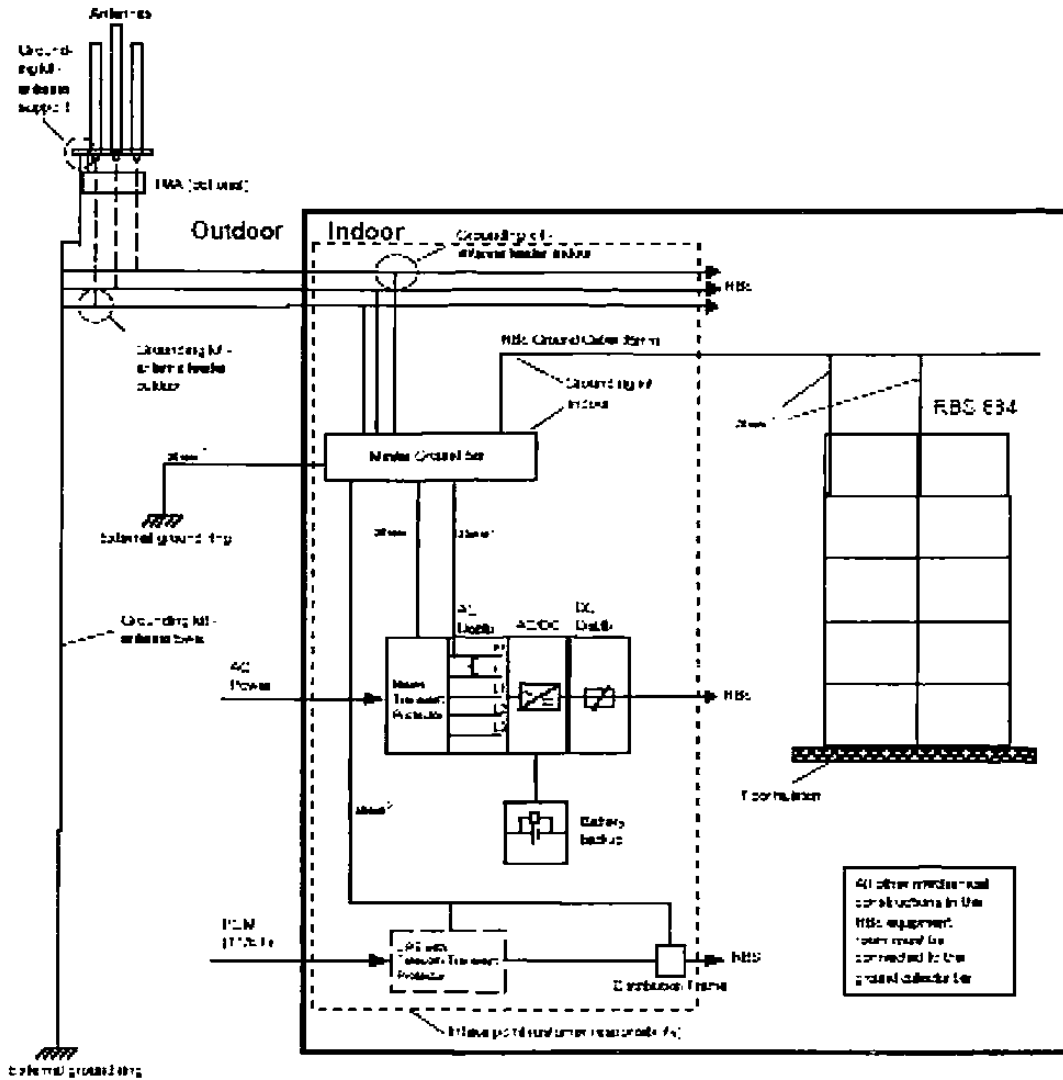


Figura 62. Sistema de tierras interior

8.9 Sistema de alimentación

Se realiza la conexión de la acometida de CFE (CA), llegando al panel distribución de potencia (CA) de donde se conecta al rectificador para obtener CD y así alimentar el gabinete POWD que energiza al equipo de radio.

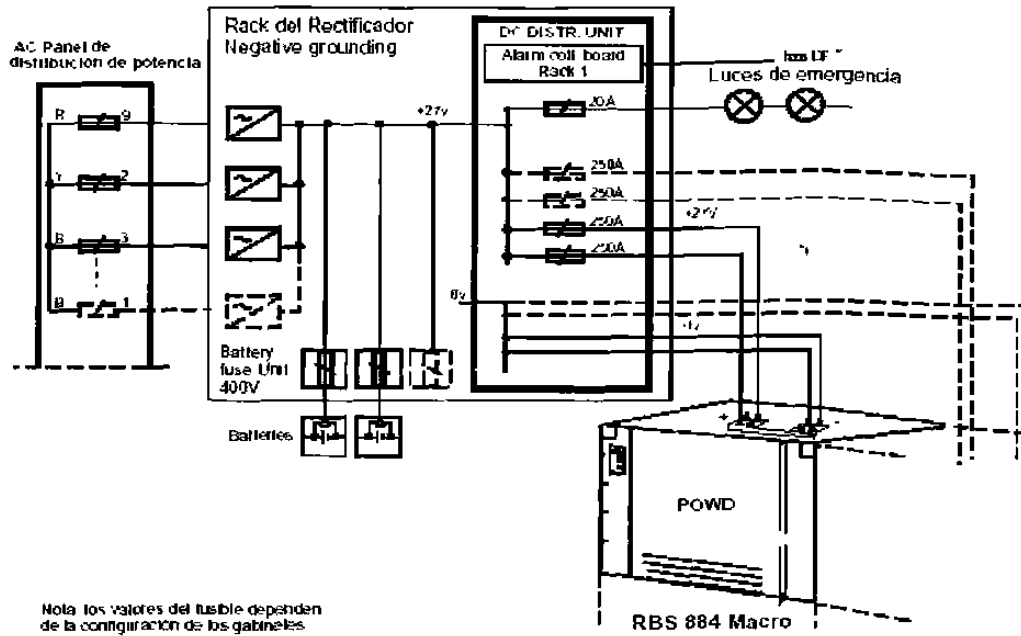


Figura 63. Sistema de alimentación

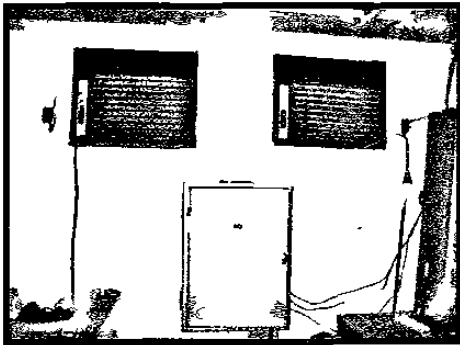


Figura 64. Climas y tablero CA

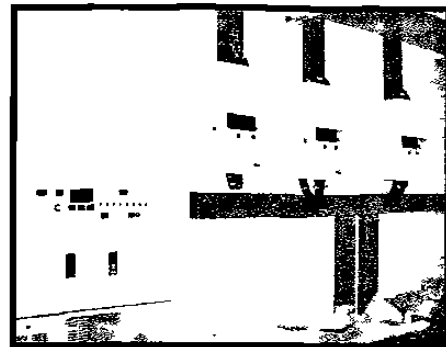


Figura 65. Rectificador y Breakers

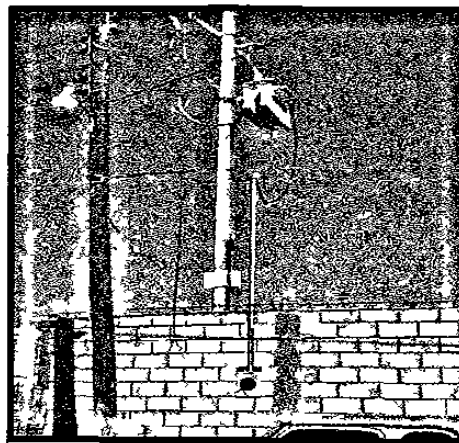


Figura 66. Acometida CFE

8.10 Interface de transmisión

Se necesitarán 2 E1's por sitio. Como interface de transmisión se utilizará un enlace punto a punto en la banda de 23 Ghz Minilink Ericsson instalando equipo en el sitio y en el MSC. Por ser pocos los sitios a instalar y debido a que todos presentan línea de vista se empleará una topología estrella, siendo lo más recomendable en redes celulares grandes establecer una red de transmisión basadas en SDH debido a que se manejan gran cantidad de enlaces y cada vez es mayor la demanda de servicios y ancho de banda de los equipos en los sitios.

Una buena solución debido a un mejor aprovechamiento del espectro de frecuencias y además de que son posibles enlaces con un buen ancho de banda y varios servicios, son las redes basadas en enlaces punto a multipunto en las cuales se instalaría una estación base de punto multipunto en el MSC y terminales en cada uno de los sitios.

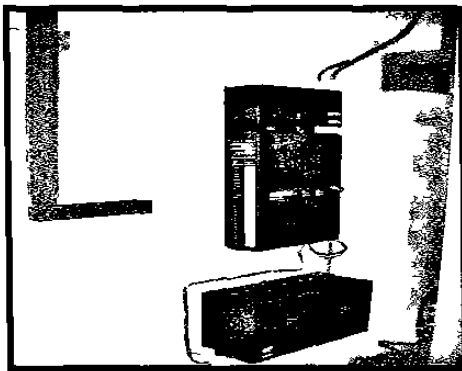


Figura 67. Alarmas y multiplexor

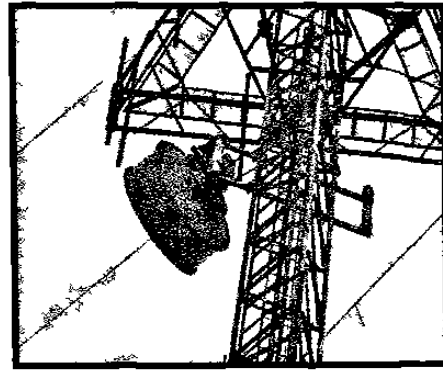


Figura 68. Antena enlace P-P

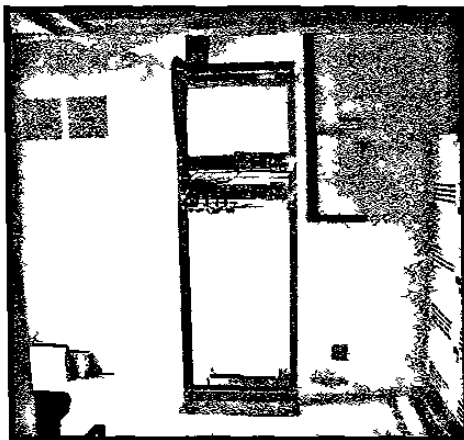


Figura 69. Rack con equipo de TX

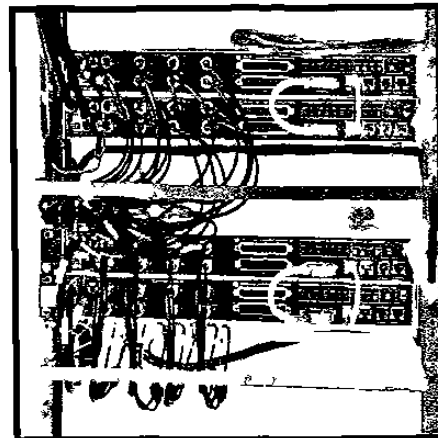


Figura 70. Multiplexores (8 E1's)

CAPITULO 9

ESTACION MOVIL

Se escogen teléfonos que funcionen en la bandas de frecuencias que utilizamos (banda dual de preferencia y modalidad analógico/digital) y se les realizan pruebas para verificar su desempeño y funcionamiento, para finalmente escoger los mejores e introducirlos al mercado.

9.1 El equipo terminal

Es controlado por un microprocesador y está incorporado en el propio microteléfono. Contiene un teclado y un display para la marcación de dígitos.

9.2 Parte de control

Está basada en un microprocesador y realiza las siguientes funciones:

- Señalización de datos de acuerdo al protocolo de interfase de radio
- Control de la parte de radio (selección de canal, encendido del transmisor, procesamiento del tono de supervisión de audio, etc.).
- Comunicación con la parte operacional

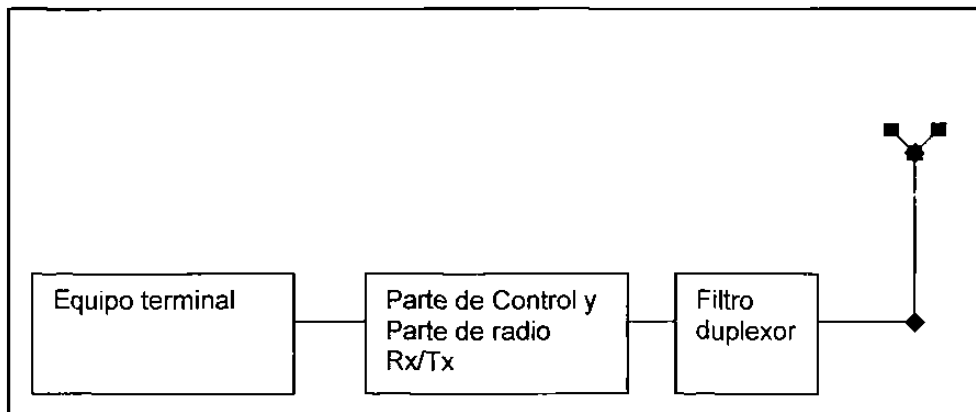
9.3 Parte de radio

Sus funciones son muy similares a las de la estación base (transmisor, receptor y duplexor).

9.4 Otros

Además de estos componentes el móvil cuenta con micrófono y bocina similares a los de un teléfono convencional. Cada teléfono cuenta con un código para entrar al modo de programación y pruebas el cual es dado por el fabricante y el cual da información útil para el monitoreo de la señal y el sistema celular (tono de señalización, canal de control, código de color, intensidad de señal de recibida, número de sistema, etc.)

a)



b)



Figura 71. a) Diagrama a bloques de equipo móvil b) equipo móvil

CAPITULO 10

IMPLEMENTACION DE PROYECTOS

El objetivo del proceso de implementación de los proyectos es describir los pasos necesarios para implementar un nuevo sitio. Debido al rápido crecimiento de la red, es importante que el proceso se realice lo más rápido y menos “doloroso” posible. Se deberá hacer énfasis en una cooperación mas estrecha entre los diferentes departamentos. Es recomendable desarrollar una base de datos para mejorar el almacenamiento y rastreo de los datos. Cuando este lista se tendrá que adaptar los procesos para el nuevo flujo de trabajo. Es importante que se de un seguimiento continuo en este documento a todos los cambios en los procesos y en la organización. El propósito de la implementación del proyecto RF es convertir las demandas de cobertura, capacidad y/o servicio en un proyecto de RF que defina los objetivos para células nuevas. Se diseña, contrata y construye el sitio nuevo para la célula y se instala el equipo de Transmisión y Radio. Se entrega el sitio nuevo y se integra a la red.

10.1 Estrategia y pronóstico de mercados

Se recopila la información de distintas partes de la organización para hacer una predicción para los próximos 6 meses.

La información relacionada con las necesidades de cobertura se puede obtener de:

- demandas de los clientes a los distribuidores

- quejas de clientes
- información adicional de recursos internos

La información relacionada con tráfico se puede obtener de:

- el pronostico de los suscritores
- tráfico por usuario, tráfico por célula (historial de un año)

10.2 Análisis de problemas

En caso de que se hayan encontrado problemas de calidad en la red tales como que no hay cobertura o que se caen demasiadas llamadas, esto se debe tomar en cuenta para dar prioridades al momento de la planeación.

10.3 Cálculo de tráfico

Se necesita proyectar el tráfico en cada célula basándose en investigación de mercados y en la tendencia de tráfico de células operando, se realiza una proyección del tráfico para los próximos tres meses por célula para lo cual se calcula la participación de tráfico por célula en porcentaje, comparando contra toda la red por zona. Esto se logra:

- basándose en la proyección de usuarios, estimar el numero de suscriptores estándar /prepagados y analógicos/digitales
- cálculos del tráfico total en la red durante el siguiente período de planeación
- cálculo del tráfico por célula durante el siguiente período de planeación
- cálculo del número de canales analógicos y digitales a expandir.

10.3.1 Análisis y desarrollo del plan a largo plazo

Se desarrolla un plan a largo plazo para cubrir las necesidades durante los próximos 6 meses, para ello se sugieren sitios nuevos en consideraciones de demanda de cobertura, calidad de servicio, estratégicos y capacidad.

Este plan incluye datos tales como: nombre del sitio, la configuración, los canales, enlaces requeridos, etc.

Se generan áreas de búsqueda para adquisición de inmuebles.

Se realiza lo siguiente:

- análisis de tráfico en células vecinas
- representación gráfica de requerimientos para nuevos proyectos (mapa con datos de tráfico, nuevas coberturas, calidad de servicio, sitios estratégicos)
- calidad de servicio entrega “proyectos sugeridos” para posibles sitios nuevos . Los sitios sugeridos se marcan en un mapa.
- Se recomienda un análisis de tráfico con herramientas de propagación
- Establecimiento de prioridades de los proyectos de RF, calculando la contribución de la capacidad de tráfico, cobertura, la zona y la frecuencia para cada sitio.
- Desarrollar un programa de Radio Bases para los siguientes 6 meses, el cual incluye el tráfico total por célula, la configuración, el número y tipo de canales, los tipos de antenas, el número de antenas, los rectificadores, las baterías y MTX correspondientes.
- Enviar al plan global a todas las áreas involucradas.

10.4 Elaboración del proyecto de radiofrecuencia

Se desarrolla un plan detallado para cada nuevo sitio, esto se realiza elaborando el proyecto e incluyendo los objetivos de cobertura por sector, los objetivos de tráfico, los objetivos de servicio, un mapa con el área de búsqueda y un mapa de cobertura.

- elaboración de áreas de búsqueda
- documentación de cada proyecto (objetivos, cobertura proyectada, áreas de búsqueda)

- planeación nominal de las células

La preparación del plan del proyecto consiste de:

- pedido preliminar del equipo tomando en cuenta tiempos de respuesta
- preparación del presupuesto para cada sitio

10.5 Verificación de los planos del proyecto de radiofrecuencia

Es necesario revisar el objetivo y hacer los ajustes necesarios y actualizar los planos , revisando lo siguiente:

- objetivos
- predicción
- área de búsqueda
- análisis de tráfico

10.6 Ajuste del proyecto de radiofrecuencia

Incorporar los ajustes necesarios en el plan de RF antes de liberar las áreas de búsqueda.

Se recibe el plan revisado del proyecto y se incorporan los ajustes necesarios en el Plan. Enviar áreas de búsqueda a inmuebles.

10.7 Búsqueda y adquisición de sitios

Consiste en encontrar sitios o candidatos adecuados dentro del área de búsqueda. Se recolectan datos del sitio y se toman fotografías del mismo.

El resultado es un documento con los datos de los candidatos recolectados de cada uno de los sitios: candidatos con datos tales como: dirección, propietario o arrendatario, teléfono, renta, condiciones de pago, derechos de acceso, etc.

Se realiza una visita a cada opción y determina si los sitios viables para la instalación de una radio base, micro célula o repetidor celular.

10.8 Visita al sitio nuevo

Se estudia el sitio candidato y se analiza su conveniencia con respecto a los objetivos de RF. Sobre la base de la implementación del proyecto, es necesario decidir el lugar donde se localizará la celda (sitio de la célula), que se habrá investigado con cuidado. Se presentan los resultados de este estudio a través de reportes que toman en consideración la información completa relacionada con la

posición del lugar (posición de sitio), el espacio adaptado para el equipo, tipo de antena y elevación, el sistema de energía, factores ambientales, etc.

Algunas consideraciones a tomar en cuenta son:

- a) sala para el equipo
- b) los requerimientos de aire acondicionado
- c) requerimientos de potencia AC/DC
- d) posiciones de entrada y de salida de cableado
- e) conexión a tierra
- f) Información de la torre, de las antenas o de las estructuras

Datos por obtener:

- a) Fotografías del sitio
- b) Dibujo del sitio
- c) Asunto de la orden de trabajo para construcción del sitio
- d) Preparación del informe de estudio de "Aprobación", incluyendo:
 - Altura de la antena para cada sector
 - Tipo de antenas
 - Orientación de antenas
 - Espacio requerido, tipo de contenedor, incluyendo el número de canales

10.9 Implementación del proyecto de transmisión

El objetivo del proceso de la implementación del proyecto de Transmisión mantener la comunicación robusta y redundante de las RB's al MTX y viceversa.

Para redes de TX nuevas, es posible realizarla por cualquier medio de transmisión ya sea fibra óptica , satélite, microondas, etc.

Para redes de TX actual, es posible realizar una optimización con el personal propio de la empresa o contratar una empresa de consultoría (externo).

10.10 Adquisición del sitio

Consiste en negociar un contrato del sitio con el propietario y obtener todas las licencias necesarias para su construcción.

10.11 Implementación del proyecto de obra civil

Se planifica, ejecuta y se da seguimiento a las obras de construcción del sitio.

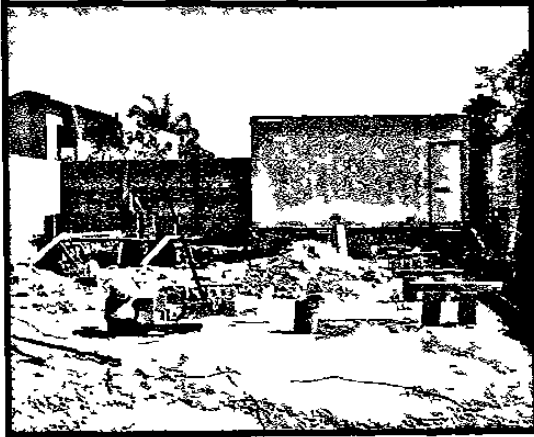


Figura 72. Contenedor

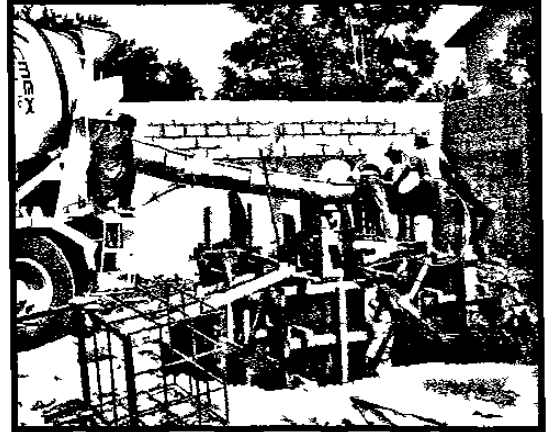


Figura 73. Vaciado

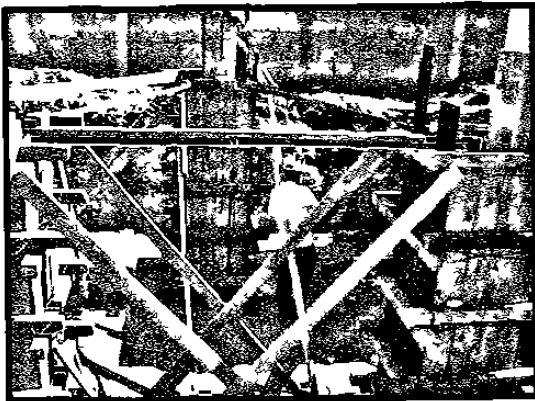


Figura 74. Cimentación

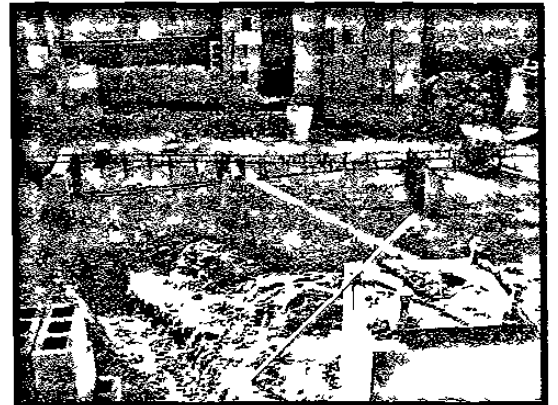


Figura 75. Armado de castillos

10.12 INSTALACION E INGENIERIA

Se crea la documentación de la instalación. Se genera la información necesaria para la ingeniería del sitio

10.13 Instalación de la radiobase

Se instala el equipo de radio. Se instala todo el equipo, se recopila y se revisan todos los planos y documentos relacionados con el sitio en el documento de diseño físico del sitio. Después estos datos se usan en la aceptación del sitio.

Por lo general, la instalación del sitio de radio incluye los siguientes trabajos:

- revisar que todo el material se entregue en perfectas condiciones.
- En caso de que se trate de un contenedor pre-instalado, revisar que no haya sufrido daños durante el transporte.
 - La instalación del contenedor incluye la alineación correcta, la conexión de la energía y la de la antena. También podría incluir la instalación de interiores, como el equipo de transmisión, el respaldo de la batería, el suministro de potencia y el equipo relacionado.
 - La instalación en exteriores incluye: el montaje de las antenas, la acometida y conexión a tierra de los cables alimentadores entre las antenas y la sala donde se encuentra el equipo.
 - Actualizar y marcar con rojo los documentos y los planos para indicar la condición tal como se haya construido.
 - Recopilar y revisar todos los planos y documentos necesarios y relacionados con el sitio en el documento de diseño del sitio. Después, se usa el módulo C en aceptación del sitio.

10.14 Planeación final de radiofrecuencia

Se ajustan los planes de acuerdo con los nuevos requerimientos y cambios de la red. La planeación puede iniciarse una vez que se haya contratado el nuevo sitio, así:

- Se ajustan las predicciones de radio
- Se realiza la planeación de células
- Se elabora las ordenes de trabajo para obra civil
- Se recibe el proyecto de obra civil
- Se elabora el CDD (diseño de celda)

Otros datos a usar son:

- número de sitios para los proyectos terminados
- ubicación exacta
- área cubierta
- número calculado de suscriptores que puede atender el nuevo sitio
- el tipo de teléfono que se va a vender analógico/ digital

800Mhz/1900Mhz.

10.15 Preparación del diseño de celda

Se asignan frecuencias, parámetros y se elabora el CDD. Se elaboran los aditamentos de las radiobases, al igual que las conexiones internas entre la radiobase y en la central. Se asignan las frecuencias. Se establecen los parámetros de las células. El CDD se envía para realizar la integración del sitio.

10.16 Pruebas de radiobase

Se pone a prueba la radio base. Se realiza la prueba de instalación de acuerdo con la lista de pruebas acordadas y con los procedimientos estándar. Durante la prueba de instalación, se realizan las siguientes pruebas:

- prueba de energía
- prueba de la antena VSWR y DTF
- lectura de condición de falla
- pruebas de alarma

10.17 Entrega

Entregar la responsabilidad del sitio a la organización de operación y mantenimiento.

10.18 Aceptación de la instalación de radiobase

Se inspecciona la instalación de radio base y se hacen los ajustes necesarios para aceptarla. Se inspecciona la instalación de acuerdo a la documentación y a las

prácticas de instalación. Se pone a prueba la radio base y el resto del equipo. Se inspecciona la potencia AC y DC, enlaces de microondas , conexiones a tierra. Se prueban las antenas y alimentadores. Se hacen ajustes a la antena en caso necesario.

10.19 Integración del sitio a la red

El propósito consiste en integrar la nueva radiobase en la red para que se cumplan los objetivos proyectados del sitio. Se inicia la integración del sitio con la recepción del reporte CDD, que se revisa en esos momentos. Se revisa el sitio físicamente para asegurar que todo el equipo se instale de la manera correcta. Se realizan dos pruebas de recorrido, una solamente con los canales de prueba para detectar interferencia y la segunda para verificar el "handover" entre las llamadas. En la figura siguiente se realiza una comparación del resultado de las pruebas con el mapa de cobertura resultado del modelo de propagación.



Figura 76. Ejemplo de cobertura simulada y cobertura medida en campo

CAPITULO 11

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

11.1 Conclusiones

Como en todos los tipos de tecnología cambian a través de las necesidades de los clientes es necesario establecer una guía a seguir para estar siempre preparados a enfrentar los nuevos retos por venir, es por eso que a lo largo de esta tesis se trata en forma general los procedimientos a seguir para implementar una red celular independientemente de la tecnología que se utilice.

Mejoras y migración a tecnologías de nueva generacion

El utilizar antenas adaptivas y control del enlace de downlink permite reducir el diagrama de reutilización de frecuencias de $7/21$ a $3/9$, logrando así una mejor inmunidad a interferencias y mayor capacidad del sistema.

El futuro de este tipo de redes tiende a migrar a GSM para entrar a la tercera generación y poder ofrecer los nuevos servicios beneficio de esta evolución, para que ello sea posible es recomendable instalar GSM en una banda de frecuencias aparte de la actual (1900Mhz) e ir cambiando los teléfonos de los usuarios poco a poco a unos de banda dual que soporten GSM. En lo referente a la red, se puede

utilizar un grid de 3/9, el equipo puede ser ubicado en los mismos sitios de 800mhz ya que ocupa poco espacio (aproximadamente 1 rack o 2) y de esta manera aprovechar todos los recursos ya disponibles de los sitios (clima, espacio, energía, equipo de transmisión, etc.) con sólo unas pocas modificaciones (se calculan los requerimientos de energía como pastillas, cableado, espacio en torre para las antenas, si acaso es necesario otro clima, etc.), utilizar antenas de polarización cruzada para que sea solo una a agregar por sector, además de agregar el equipo necesario en el MSC.

11.2 Recomendaciones

Continuar con el estudio y desarrollo de nuevas técnicas de simulación de la propagación de la señal y de comunicaciones digitales avanzadas (modulación de la señal, codificación, técnicas de espectro expandido, etc.) ya que estas son las que hacen posible la diferencia en cuanto a capacidad, calidad de la señal, velocidad de transmisión y servicios a ofrecer, de una tecnología celular a otra.

Se recomienda el aprovechar al máximo los recursos con que se cuente así como el filtrar la información obtenida ya sea de la tecnología como de sus aplicaciones a las formas mas esenciales, para de esta manera lograr el avance que se necesita en esta área, alcanzando el objetivo principal que es la convergencia y servicio de las comunicaciones como la infraestructura social de los nuevos tiempos.

BIBLIOGRAFIA

- Theodore S. Rappaport, "Wireless Communications", McGraw Hill
- Domingo Lara Rodríguez, "Sistemas de Comunicación Móvil",

Alfaomega

- Manual Curso "TDMA/136 RF Parameters (LZUM 108 4009)"
- Manual Curso "Mini link E Planeación e Ingeniería (LZUM 108 8541)"
- Manual Curso "Rbs 884, Macro Ingeniería (LZU 108 0201/2)"
- Manual Curso "Ingeniería RF2 (LZUC 108 3398/2)"
- Manual Curso "RF1 Accelerated (LZU 108 3397/2)"
- Manual de Meter Rydqvist "Getting to know AXE", centro de

entrenamiento latinoamericano Ericsson

- Estandar IS-136 TDMA Cellular/PCS - Radio Interface -Mobile Station - Base Station Compatibility -Traffic Channels and FSK Control Channel
- Estandar IS-95 CDMA

LISTADO DE TABLAS

Tabla 1	20
Tabla 2	24
Tabla 3	33
Tabla 4	35
Tabla 5	36
Tabla 6	50
Tabla 7	55
Tabla 8	56
Tabla 9	57
Tabla 10	58
Tabla 11	59
Tabla 12	65
Tabla 13	65
Tabla 14	65
Tabla 15	65
Tabla 16	66
Tabla 17	66
Tabla 18	66
Tabla 19	69
Tabla 20	71
Tabla 21	71
Tabla 22	71
Tabla 23	72
Tabla 24	72
Tabla 25	72
Tabla 26	73

Tabla 27	75
Tabla 28	75
Tabla 29	78
Tabla 30	83
Tabla 31	86
Tabla 32	90

LISTADO DE FIGURAS

Figura 1	7
Figura 2	12
Figura 3	17
Figura 4	22
Figura 5	22
Figura 6	25
Figura 7	26
Figura 8	27
Figura 9	28
Figura 10	29
Figura 11	30
Figura 12	30
Figura 13	31
Figura 14	31
Figura 15	36
Figura 16	37
Figura 17	37
Figura 18	38
Figura 19	39
Figura 20	39
Figura 21	39
Figura 22	22
Figura 23	42
Figura 24	43
Figura 25	44
Figura 26	45

Figura 27	46
Figura 28	47
Figura 29	48
Figura 30	52
Figura 31	54
Figura 32	61
Figura 33	63
Figura 34	63
Figura 35	65
Figura 36	70
Figura 37	70
Figura 38	70
Figura 39	73
Figura 40	74
Figura 41	77
Figura 42	78
Figura 43	78
Figura 44	79
Figura 45	80
Figura 46	81
Figura 47	82
Figura 48	82
Figura 49	86
Figura 50	86
Figura 51	86
Figura 52	87
Figura 53	53
Figura 54	54
Figura 55	55
Figura 56	56
Figura 57	91
Figura 58	91

Figura 59	91
Figura 60	92
Figura 61	92
Figura 62	93
Figura 63	94
Figura 64	94
Figura 65	94
Figura 66	94
Figura 67	95
Figura 68	95
Figura 69	95
Figura 70	95
Figura 71	97
Figura 72	103
Figura 73	103
Figura 74	103
Figura 75	103
Figura 76	106

RESUMEN AUTOBIOGRAFICO

El autor ha realizado trabajos como:

- Planeación, administración, dimensionamiento, coordinación, elaboración de presupuesto de redes celulares 800mhz y 1900mhz.
- Ingeniería, cotización, implementación y soporte de proyectos de cableado estructurado (voz, datos, eléctrico), administración y soporte a equipo inalámbrico 2.4Ghz IEEE 802.11b sistema Trakker Antares 2455 Intermec.
- Planeación, administración y presupuesto de redes punto a multipunto de 10.5Ghz.

